



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
08.08.2012 Patentblatt 2012/32

(51) Int Cl.:
B04B 11/08 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **12000265.4**

(22) Anmeldetag: **18.01.2012**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

(71) Anmelder: **T & A Trenntechnik & Anlagenbau GmbH**
77955 Ettenheim (DE)

(72) Erfinder: **Pauli, Kurt**
77972 Mahlberg (DE)

(30) Priorität: **08.02.2011 DE 102011010621**

(74) Vertreter: **Jany und Petersen**
Patentanwälte Partnerschaft
Karlstraße 87
76137 Karlsruhe (DE)

(54) **Vollmantelzentrifuge mit Trocknung des Feststoffkuchens**

(57) Die Erfindung betrifft eine Vollmantelzentrifuge (1) zum Trennen von Fest-Flüssig-Gemischen in geklärtes Zentrifugat (2) und einen Feststoffkuchen (3), umfassend eine um eine vertikale Rotationsachse (4) drehbare, nach unten offene Vollmantel-Zentrifugentrommel (5), einen Trommeldeckel (6) zum Verschließen der Zentrifugentrommel (5), und ein in der Zentrifugentrommel (5) angeordnetes Zentrifugatschälrohr (7) zum Abziehen des geklärten Zentrifugats aus der rotierenden Zentrifugentrommel (5) während eines mit der Zentrifuge (1) durchgeführten Sedimentationsbetriebs. Um ein optimales Trocknen des im Sedimentationsbetrieb an der Innenseite der Zentrifugentrommel (5) abgeschiedenen Feststoffkuchens (3) zu ermöglichen, wird vorgeschla-

gen, dass die Zentrifuge (1) eine ringförmige Schälkammer (17) umfasst, die axial oberhalb des Trommeldeckels (6) angeordnet ist, sie in dem Trommeldeckel (6) ausgebildete Verbindungsöffnungen (19) aufweist, die einen Fluidkanal für Flüssigkeit oder Restflüssigkeit (27) aus einem abgeschiedenen Feststoffkuchen (3) zu der Schälkammer (17) bilden, und sie ein in der Schälkammer (17) angeordnetes Restflüssigkeitsschälrohr (21) zum Abziehen von Flüssigkeit oder Restflüssigkeit (27) aus der Schälkammer umfasst, wobei das Restflüssigkeitsschälrohr (21) derart ausgebildet ist, dass es während eines Trocknungsbetriebs aktivierbar ist, sodass im Trocknungsbetrieb mit dem Restflüssigkeitsschälrohr (21) Flüssigkeit oder Restflüssigkeit (27) aus der Schälkammer (17) abziehbar ist.

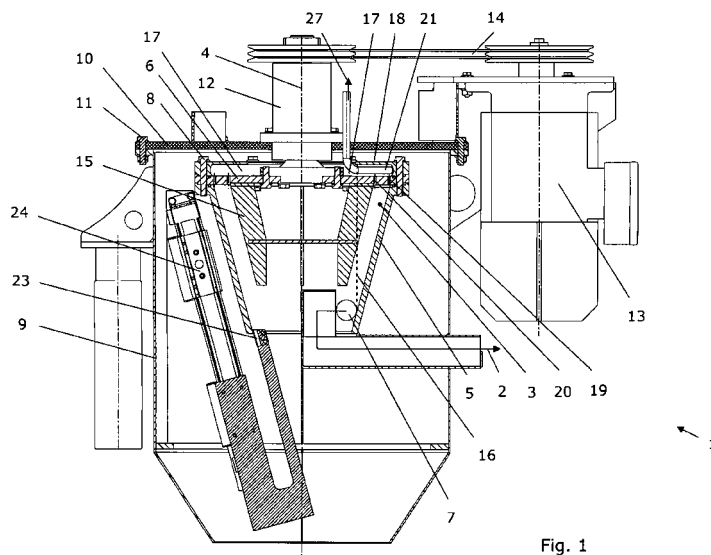


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vollmantelzentrifuge, insbesondere für die Sedimentation, die zum Trennen von Fest-Flüssig-Gemischen (Suspensionen) in geklärtes Zentrifugat (geklärte Flüssigkeit) und einen Feststoffkuchen (Sediment) verwendbar ist. Eine solche Vollmantelzentrifuge umfasst eine um eine vertikale Rotationsachse drehbare, nach unten offene Vollmantel-Zentrifugentrommel, einen Trommeldeckel zum Verschließen der Zentrifugentrommel und ein in der Zentrifugentrommel angeordnetes Zentrifugatschälrohr zum Abziehen des Zentrifugats aus der rotierenden Zentrifugentrommel während eines mit der Zentrifuge durchgeführten Sedimentationsbetriebs (Reinigungsbetriebs).

[0002] Zum Trennen fester und flüssiger Stoffe durch Anwendung der Fliehkraft in Zentrifugen sind neben Vollmantelzentrifugen auch Siebtrommel-Zentrifugen bekannt. Siebtrommel-Zentrifugen besitzen eine siebähnlich gelochte Trommel, die manchmal auch mit einem Filterstoff belegt ist. Sie nutzen die Fliehkraft aus, um das Filtrat durch das Sieb bzw. den Filterstoff zu pressen, wobei feste Stoffe aus dem Fest-Flüssig-Gemisch, die wegen ihrer Größe nicht hindurchtreten können, zurückgehalten werden. Ist das Filtrat das Wertprodukt, spricht man von Klärfiltration, bei der Trennfiltration ist der den Feststoffkuchen bildende Feststoff das Wertprodukt.

[0003] Siebtrommel-Zentrifugen sind in ihrer Bauweise insgesamt sehr aufwendig. Aus diesem Grund ist es bekannt, konstruktiv weniger aufwendige Vollmantelzentrifugen zum Reinigen und Trennen von Fest-Flüssig-Gemischen in Zentrifugat und einen Feststoffkuchen einzusetzen.

[0004] Während des mit der Vollmantelzentrifuge durchgeführten Sedimentationsbetriebs, d.h. beim Zentrifugieren mit hoher Drehzahl von Fest-Flüssig-Gemisch, das der rotierenden Vollmantel-Zentrifugentrommel zugeführt wird, findet durch die Zentrifugalkraft eine Trennung in innen liegende flüssige geklärte Flüssigkeit (Zentrifugat) und außen liegenden Feststoff statt. Der Feststoff setzt sich in einem kontinuierlich wachsenden Feststoffkuchen an der Innenseite der Zentrifugentrommel ab, während die radial innen darüber stehende geklärte Flüssigkeit kontinuierlich mittels des Zentrifugatschälrohrs abgezogen werden kann. Bei den bekannten Vollmantelzentrifugen, die zumeist vertikal orientiert sind, läuft während des Zentrifugierens die gereinigte Flüssigkeit über ein Überlaufbord bzw. eine Überlaufkante ab oder wird mit einem Zentrifugatschälrohr, das auf einen bestimmten festen Durchmesser in der Zentrifuge eingestellt oder auf einen variablen Durchmesser in der Zentrifuge durch Schwenken einstellbar sein kann, abgezogen. Eine manuell betreibbare Vollmantelzentrifuge kann einen herausnehmbaren Trommeleinsatz aufweisen, der zusammen mit dem darin befindlichen Feststoffkuchen zum Entleeren und Reinigen manuell aus der Zentrifugentrommel entnehmbar ist.

[0005] Bekannte Vollmantelzentrifugen weisen den

Nachteil auf, dass zusammen mit dem Feststoff, der den auch als Filterkuchen bezeichneten Feststoffkuchen bildet, ein hoher Anteil an Flüssigkeit in der Trommel zurückbleibt, da das Zentrifugat nicht vollständig über das Überlaufbord ablaufen oder mit einem Zentrifugatschälrohr abgezogen werden kann. Diese Restflüssigkeit muss dann entweder mit dem Feststoff entsorgt werden, wodurch sie einerseits verloren geht und andererseits zu erhöhten Entsorgungsmengen und Entsorgungskosten für den entsorgten feuchten Feststoff führt, oder sie muss in aufwendiger Weise in einer anderen Vorrichtung zur Erhöhung des Trocknungsgrades des Feststoffs von dem Feststoff getrennt werden. Beim Entnehmen des Trommeleinsatzes besteht zudem die Gefahr, dass durch Verschütten der Flüssigkeit die Umgebung verschmutzt wird. Ferner ist von Nachteil, dass das Bedienungspersonal mit der Flüssigkeit in Berührung kommen kann.

[0006] Bekannt ist insbesondere, die nach dem Zentrifugieren in der Zentrifugentrommel verbliebene Restflüssigkeit manuell abzuschöpfen oder abzuschütten. Auch hierbei besteht die Gefahr, dass die Flüssigkeit verschleppt wird oder das Bedienungspersonal mit der Flüssigkeit in Kontakt kommt. Ferner ist dieses Verfahren zeitaufwendig und führt ebenfalls zu großen Entsorgungsmengen, da die abgeschöpfte Flüssigkeit keinen hinreichenden Reinheitsgrad aufweist, um weiter verwendet werden zu können.

[0007] Bei Vollmantelzentrifugen besteht somit das Problem, den in der Zentrifuge aus einem Fest-Flüssig-Gemisch heraus zentrifugierten und an der Zentrifugentrommel als Feststoffkuchen abgesetzten Feststoff nach dem Reinigungsprozess so trocken wie möglich aus der Zentrifuge auszutragen. Wenn der ausgetragene Feststoff sehr trocken ist, hat dies den Vorteil, dass er weiter verwendet und somit von dem Zentrifugenanwender als verwertbarer Rohstoff veräußert werden kann. Ist der ausgetragene Feststoff dagegen nicht hinreichend getrocknet, sondern mit Ölrückständen kontaminiert, muss er mit hohen Kosten als Sondermüll entsorgt werden. Daher ist es wichtig, das zu zentrifugierende Gut, ein Fest-Flüssig-Gemisch, nicht nur sehr gut, d.h. mit hoher Drehzahl in dem Sedimentationsbetrieb zu zentrifugieren, um eine hohe Separation in Feststoffbestandteile und Flüssigkeit zu erzielen, sondern ebenso ist es wichtig, dass der Feststoff sehr gut, d.h. bei maximaler Drehzahl der Trommel getrocknet wird, bevor der Feststoffkuchen aus der Trommel ausgetragen wird. Die Problematik besteht darin, dass moderne, hochproduktive Bearbeitungsmaschinen in Produktionsstillstandszeiten immense Kosten verursachen. Der Feinabrieb (Schlamm), der bei der mechanischen Zerspanung entsteht, führt zu hohem Verschleiß an Werkzeugen. Eine Erneuerung der Kühlschmierstoffe durch Zentrifugieren ist daher unumgänglich.

[0008] Typische Beispiele von Fest-Flüssig-Gemischen, die mit solchen Zentrifugen gereinigt werden, sind sämtliche Flüssigkeiten, die in der Industrie eingesetzt

werden, beispielsweise in der Metall-, Glas- oder Keramikbearbeitung. Die Flüssigkeiten können also Öle, Wasser, Emulsionen oder sonstige Prozessflüssigkeiten sein. Die Feststoffe, die darin enthalten sind und in der Zentrifuge abgetrennt werden, sind sehr fein (beispielsweise von Schleif- oder Erodierprozessen). Ihre Größe liegt im Bereich von einigen μm bis etwa 1 mm. Beispielsweise sind Partikel, die beim Schleifen, Honen oder Erodieren anfallen, typischerweise kleiner als 20 μm .

[0009] Die Zentrifugen, auf die sich die Erfindung richtet, dienen nicht primär dem Zweck, den Feststoff aus dem Fest-Flüssig-Gemisch zu gewinnen (Trennfiltration), sondern der Hauptzweck besteht darin, eine Flüssigkeit, d.h. ein Öl oder eine andere Emulsion, die mit Feststoffpartikeln verunreinigt ist, derart zu reinigen, dass sie wieder verwendet werden kann (Klärfiltration). Hierzu muss der Feststoff aus der verunreinigten Flüssigkeit heraus zentrifugiert werden, aber auch dabei ist es aus den oben beschriebenen Gründen wichtig, dass der Feststoff möglichst trocken anfällt.

[0010] Eine bekannte Vollmantelzentrifuge, auf die sich die Erfindung bezieht, ist in der Regel unten offen, damit der Feststoff nach unten ausgetragen werden bzw. nach unten herausfallen kann. In der Zentrifugentrommel befindet sich ein Schälrohr, mit dem die gereinigte bzw. geklärte Flüssigkeit (das Zentrifugat), beispielsweise ein Öl, eine Emulsion oder eine andere Flüssigkeit, während des mit der Zentrifuge durchgeführten Reinigungsprozesses (Sedimentationsbetrieb) aus der rotierenden Trommel, ausgetragen wird. Dieses Schälrohr wird im Rahmen der vorliegenden Anmeldung als Zentrifugatschälrohr bezeichnet, könnte aber auch als Flüssigkeitschälrohr oder Reinigungsschälrohr bezeichnet werden. Das Zentrifugatschälrohr ist in der Regel feststehend, d.h. in einem festen radialen Abstand zu der Trommel angeordnet, kann aber prinzipiell auch auf unterschiedliche (radiale) Positionen einstellbar sein. Der laufenden Trommel wird das zu zentrifugierende Fest-Flüssig-Gemisch über einen Zulauf, zumeist über die Oberseite, zugeführt. Es wird in die gleiche Rotation wie die Trommel versetzt. Durch die Zentrifugalkraft setzt sich an der Innenwand der Trommel ein Feststoffkuchen ab und davor, d.h. in radialer Richtung innen vor dem Feststoffkuchen liegend, bildet sich eine Flüssigkeitssäule, deren Flüssigkeitsstand bis zum Zentrifugatschälrohr reicht und permanent über das Zentrifugatschälrohr ausgetragen wird.

[0011] Wenn der Feststoffkuchen eine bestimmte Schichtdicke erreicht hat, wird der Sedimentationsbetrieb der Zentrifuge unterbrochen und die Zufuhr von Fest-Flüssig-Gemisch in die Trommel gestoppt. Die vor dem Feststoffkuchen liegende Flüssigkeitssäule erhält dann keinen Nachschub an Flüssigkeit und dadurch entnimmt das an dem innenliegenden Rand der Flüssigkeitssäule positionierte Zentrifugatschälrohr keine weitere gereinigte Flüssigkeit. Anschließend wird das Trocknen des Feststoffkuchens in der Zentrifuge in einem Trocknungsbetrieb und danach das Entnehmen des

Feststoffkuchens aus der Zentrifuge in einem Entnahmebetrieb eingeleitet.

[0012] Das Zentrifugieren von der Zentrifugentrommel zugeführtem Fest-Flüssig-Gemisch im Sedimentationsprozess wird also bei hoher Drehzahl der Zentrifugentrommel so lange durchgeführt, bis sich mit dem Feststoffkuchen eine hinreichend dicke Feststoffschicht an der Innenseite der Zentrifugentrommel abgesetzt hat. Die Dicke des Feststoffkuchens, der sich an der Innenseite der Trommel absetzt, bevor er beispielsweise durch ein Schälmesser ausgetragen wird, beträgt typischerweise etwa 2-3 cm. Danach wird diese Schicht bei laufender Trommel mit einem Schälmesser abgeschält oder ausgekratzt. Dabei stellt sich das genannte Problem, dass die beim Zentrifugieren in dem Feststoffkuchen verbleibende Flüssigkeit möglichst auch weitgehend aus dem Feststoffkuchen entfernt werden soll, bevor der Feststoff aus der Zentrifugentrommel ausgetragen wird.

[0013] Im Stand der Technik gibt es verschiedene Lösungen für eine entsprechende Kühlmittelaufbereitung mit Reinigungszentrifugen. In der Druckschrift DE 196 16 040 C2 wurde eine manuell bedienbare, nicht vollautomatisch betreibbare Vollmantelzentrifuge vorgeschlagen, die ein Filterelement zum Zurückhalten von den Feststoffkuchen bildendem Feststoff, wobei das Filterelement, bezogen auf die Rotationsachse der Zentrifugentrommel, in axialer Richtung von dem Feststoffkuchen angeordnet ist und so ausgebildet ist, dass es den abzutrennenden Feststoff zurückhält und nur das Zentrifugat durchlässt, sowie einen Entleerungskanal, der einen Strömungsweg zwischen der Auslassseite des Filterelements und dem umgebenden Zentrifugenraum bildet, einen Trommeldeckel zum Verschließen der Zentrifugentrommel und eine Verschließvorrichtung zum flüssigkeitsdichten Verschließen des Entleerungskanals an seiner auslassseitigen Entleerungsöffnung in Form einer Dichtungsschraube aufweist.

[0014] Um die nach dem Zentrifugieren in der Zentrifugentrommel verbleibende Restflüssigkeit nahezu vollständig entfernen zu können, wird die Zentrifuge zunächst angehalten. Im Stillstand wird die Verschließvorrichtung manuell geöffnet, wodurch die Auslassseite des Filterelements über den einen Strömungsweg bildenden Entleerungskanal mit dem die Zentrifugentrommel und den Trommeldeckel umgebenden Zentrifugenraum in Verbindung steht. Nach dem Öffnen der Verschließvorrichtung wird die Zentrifuge dann wieder manuell gestartet, wodurch die Restflüssigkeit durch das Filterelement und den Entleerungskanal in den Zentrifugenraum abgeschleudert wird, aus dem sie in bekannter Weise abgezogen werden kann. Während des Trocknungsvorganges wird keine weitere Flüssigkeit zugeführt. Nach erfolgter Endtrocknung des Feststoffkuchens wird die Zentrifuge angehalten und der Feststoffkuchen bzw. der Trommeleinsatz kann manuell entfernt werden.

[0015] Diese bekannte manuell bedienbare und nicht vollautomatisch betreibbare Zentrifuge hat zwar den Vorteil, dass der Feststoffkuchen bei maximaler Drehzahl

der Trommel getrocknet werden kann. Es stellt sich aber das Problem, dass zum vollständigen Trocknen des Feststoffkuchens die Zentrifuge angehalten, die Dichtungsschraube betätigt und die Zentrifuge dann wieder gestartet werden muss. Damit ist ein Manipulations- und Zeitaufwand verbunden. Ferner ist das Abschleudern der Restflüssigkeit in den die Zentrifugentrommel und den Trommeldeckel umgebenden Zentrifugenraum häufig unerwünscht.

[0016] Nach einem ersten im Stand der Technik angewandten Verfahren zum vorzugsweise vollautomatischen Austragen des Feststoffkuchens in einem im Anschluss an einen Sedimentationsbetrieb durchgeführten Entnahmebetrieb mit einem rotierenden Schaber wird die Zentrifugentrommel nach dem Sedimentationsbetrieb angehalten. Die Flüssigkeit aus der Zentrifugentrommel und die Restflüssigkeit aus dem Feststoffkuchen laufen bei stillstehender Zentrifugentrommel nach unten ab. Mit einer Schab- oder Kratzeinrichtung wird der Feststoffkuchen von der Trommelwand abgeschabt. Nachteilig dabei ist, dass der abgeschabte Feststoff einen sehr hohen Flüssigkeitsanteil hat, der beispielsweise bis zu 60 % Ölanteil betragen kann, weil der Feststoffkuchen nicht in einem Trocknungsbetrieb trocken geschleudert wird. Ferner kann der feuchte Feststoff beim Ausschaben an der Schabeinrichtung haften bleiben, so dass die Zentrifugentrommel mehrfach ausgespült werden muss, bevor ein neuer Sedimentationsbetrieb gestartet wird. Zudem ist eine unter der Zentrifugentrommel angeordnete Verschiebe- oder Umleitvorrichtung erforderlich, um die im bzw. nach dem Entnahmebetrieb nach unten ausgeleitete Spülflüssigkeit von dem im Entnahmebetrieb ebenfalls nach unten ausgeleiteten Feststoff zu trennen.

[0017] Nach einem zweiten im Stand der Technik angewandten Verfahren zum vorzugsweise vollautomatischen Austragen des Feststoffkuchens in einem im Anschluss an einen Trocknungsbetrieb durchgeführten Entnahmebetrieb sind in dem Zentrifugendeckel, beispielsweise auf dem inneren Radius der Trommel, Bohrungen oder Öffnungen vorgesehen, durch die im Sedimentationsbetrieb immer ein geringer Anteil der Flüssigkeit aus der rotierenden Trommel ungereinigt abläuft. Nach dem Sedimentationsbetrieb wird für einen Trocknungsbetrieb die Zufuhr von Fest-Flüssig-Gemisch in die Zentrifuge gestoppt und die Restflüssigkeit aus dem Feststoffkuchen kann bei maximaler Drehzahl der Zentrifugentrommel getrocknet werden, wobei die Restflüssigkeit durch die Bohrungen oder Öffnungen abläuft. Im Anschluss daran wird der Feststoffkuchen in einem Entnahmebetrieb ausgeschabt. Nachteilig bei dieser bekannten Bauart ist, dass keine optimale Reinigung des Fest-Flüssig-Gemischs bzw. keine optimale Trennung des Fest-Flüssig-Gemischs in Zentrifugat und Feststoff erzielt wird, da mit der im Sedimentationsbetrieb durch die Bohrungen oder Öffnungen auslaufenden Flüssigkeit auch Feststoffe ausgetragen werden. Ferner können aufgrund des permanenten Flüssigkeitsdurchlaufs die Bohrungen

oder Öffnungen durch die darin mitgeführten Feststoffe verstopfen. Dies führt sowohl zu Unwuchten als auch dazu, dass der Feststoffkuchen nicht mehr getrocknet werden kann.

[0018] Bei der gebräuchlichsten, aus dem Stand der Technik bekannten Lösung werden federbelastete Fliehkraftventile, beispielsweise Kugelventile benutzt, die in Abhängigkeit von der Drehzahl der Trommel öffnen und schließen, um einen Strömungspfad zum Ablassen der Restflüssigkeit aus dem Feststoffkuchen zu öffnen oder zu schließen. Bei großer Drehzahl, d.h. im Sedimentationsbetrieb, ist das Ventil geschlossen, sodass die Flüssigkeit in der Trommel verbleibt. Bei reduzierter Drehzahl, d.h. in einem Trocknungsbetrieb, öffnet das Ventil wegen der verringerten Zentrifugalkraft, und die in dem Feststoffkuchen enthaltene Restflüssigkeit, d.h. Flüssigkeit, die nicht bereits von dem Zentrifugatschälrohr abgezogen wurde, kann durch eine von dem Ventil freigegebene Öffnung aus der Trommel ablaufen. Im Sedimentationsbetrieb wird also die Flüssigkeit durch das Zentrifugatschälrohr abgezogen, und sobald sich ein dicker Feststoffkuchen gebildet hat, wird die Drehzahl der Trommel für den Trocknungsbetrieb auf einen kleineren Wert reduziert.

[0019] Dadurch öffnen sich die an der Trommelwand angeordneten, federbelasteten, durch die Fliehkraft gesteuerten Ventile und die in dem Feststoffkuchen enthaltene Restflüssigkeit kann durch die Ventile bei geringerer Drehzahl der Trommel ablaufen. Im Anschluss daran wird dann in einem Entnahmebetrieb bei gleicher oder noch weiter reduzierter Trommeldrehzahl der Feststoffkuchen herausgeschält. Beim Herausschälen des Feststoffs mit dem Schälmesser von der Trommelinnenwand wird der Feststoff mit einer Kratzeinrichtung von der Trommelwand abgekratzt und fällt nach unten durch eine Öffnung in der Trommel in einen Auffangbehälter. Im Anschluss daran kann der Sedimentationsbetrieb wieder aufgenommen werden. Hierzu wird die Drehzahl der Trommel soweit erhöht, dass sich die Fliehkraftventile schließen, Fest-Flüssig-Gemisch wird zugeführt, der Feststoffkuchen wächst wieder an und gereinigte Flüssigkeit wird über das Zentrifugatschälrohr abgezogen.

[0020] Diese bekannte Ausführungsform hat folgende Nachteile: Zum einen öffnen die Ventile nicht bei hoher, sondern erst bei stark reduzierter Drehzahl. Dies hat zur Folge, dass der Feststoffkuchen nicht optimal bei hoher, sondern nur bei niedriger Drehzahl von der in ihm enthaltenen Restflüssigkeit getrocknet wird. Er hat daher noch einen relativ hohen Feuchtigkeitsanteil, was aus den oben geschilderten Gründen nachteilig ist. Zum anderen können je nach Art der aus dem Fest-Flüssig-Gemisch in dem Feststoffkuchen abgeschiedenen Feststoffe die Ventile verstopfen oder verkleben. Daher wird in der Regel bei einer Drehzahl der Trommel, die gegenüber der maximalen, beim Reinigungsprozess verwendeten Drehzahl reduziert ist, d.h. wenn die Ventile geöffnet sind, der Trommel und dem Feststoffkuchen nochmals Spülflüssigkeit zugeführt, um den Ventil Sitz und die

Kanäle zu reinigen. Diese zusätzliche Spülflüssigkeit muss rückgeführt oder aufbereitet werden. Trotzdem können durch das Verstopfen oder Verkleben der Ventile Flüssigkeiten beim Reinigungsprozess über die Ventile entweichen und müssen separat aufgefangen werden. In manchen Fällen muss sogar ein Remissionsdeckel geöffnet und der Ventilsitz manuell gereinigt oder gespült werden, um die Zentrifuge zu warten. Zudem müssen die Ventile in einer aufwendigen Versuchsreihe eingestellt und gelegentlich nachgestellt werden. Grundsätzlich ist bei dieser Ausführungsform nachteilig, dass beim Reinigungs- und Trocknungsprozess Feststoffe in die Ventile und Abdichtflächen gelangen können, das System sehr störanfällig ist und der Feststoff nur mit geringer Drehzahl getrocknet wird.

[0021] Im Stand der Technik sind verschiedene Zentrifugen mit horizontaler Rotationsachse bekannt. Diese weisen generell den Nachteil auf, dass das Austragen des abgeschiedenen Feststoffkuchens schwierig ist.

[0022] In der DE 36 34 994 A1 wird eine Vollmantelzentrifuge mit horizontaler Rotationsachse und einer zylindrischen Zentrifugentrommel mit geschlossenem Trommelboden beschrieben, die kein Zentrifugatschälrohr aufweist. Die in dem Trommeldeckel ausgebildeten Verbindungsöffnungen, die einen Fluidkanal aus der Innenseite der Zentrifugentrommel bilden, sind nicht beim größten Trommelinnendurchmesser angeordnet, so dass keine vollständige Trocknung des Feststoffkuchens möglich ist. Die Art und Weise des Feststoffaustrags aus der Zentrifugentrommel ist unklar.

[0023] In der DE 36 26 314 A1 wird eine Zentrifuge mit horizontaler Rotationsachse und einer zylindrischen Zentrifugentrommel mit offenem Trommelboden beschrieben, die kein im Innern der Zentrifugentrommel angeordnetes Zentrifugatschälrohr aufweist. Die Zentrifugentrommel ist eine Kombination aus Sieb- und Vollmanteltrommel und hat im Wesentlichen die Funktion einer Siebmanteltrommel. Die Art und Weise des Feststoffaustrags aus der Zentrifugentrommel ist unklar.

[0024] In der DE 41 32 044 C1 wird eine Vollmantelzentrifuge mit horizontaler Rotationsachse und einer zylindrischen Zentrifugentrommel beschrieben, die kein Zentrifugatschälrohr aufweist. Die in dem Trommeldeckel ausgebildeten Verbindungsöffnungen, die einen Fluidkanal aus der Innenseite der Zentrifugentrommel bilden, sind nicht beim größten Trommelinnendurchmesser angeordnet, so dass keine vollständige Trocknung des Feststoffkuchens möglich ist. Die Art und Weise des Feststoffaustrags aus der Zentrifugentrommel ist unklar.

[0025] In der DE 26 03 610 A1 wird eine Siebmantelzentrifuge mit horizontaler Rotationsachse und einer zylindrischen Zentrifugentrommel beschrieben, die kein Zentrifugatschälrohr aufweist. Die Art und Weise des Feststoffaustrags aus der Zentrifugentrommel ist unklar.

[0026] In der DE 10 2008 009 253 A1 wird eine Siebmantelzentrifuge mit vertikaler Rotationsachse und einer zylindrischen Zentrifugentrommel beschrieben, die kein Zentrifugatschälrohr aufweist. Der Feststoffaustrag er-

folgt in komplizierter Weise mittels an dem Trommeldeckel befestigter Schabeinrichtungen.

[0027] Ausgehend von diesem Stand der Technik liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine vertikale Vollmantelzentrifuge zu schaffen, mit der in einem Sedimentationsbetrieb abgeschiedene Feststoffkuchen in einem Trocknungsbetrieb bei hoher Drehzahl maximal getrocknet werden kann, bevor er (bei geringer Drehzahl) in einem Entnahmebetrieb mit einem Schälmesser herausgekratzt wird. Der Feststoff soll so trocken wie möglich anfallen, d.h. in dem Entnahmebetrieb abgetragen werden, um Entsorgungskosten für seine Entsorgung zu vermeiden oder ihn ggf. als wertvollen Rohstoff weiter verwenden zu können.

[0028] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Vollmantelzentrifuge mit den Merkmalen des beigefügten Anspruchs 1 gelöst. Bevorzugte Ausgestaltungen, Weiterbildungen und Verwendungen der Erfindung ergeben sich aus den nebengeordneten und abhängigen Ansprüchen und der nachfolgenden Beschreibung mit zugehörigen Zeichnungen.

[0029] Eine erfindungsgemäße Vollmantelzentrifuge, insbesondere für die Sedimentation, zum Trennen von Fest-Flüssig-Gemischen in Zentrifugat und einen Feststoffkuchen, umfassend eine um eine vertikale Rotationsachse drehbare, nach unten offene Vollmantel-Zentrifugentrommel, einen Trommeldeckel zum Verschließen der Zentrifugentrommel, und ein in der Zentrifugentrommel angeordnetes Zentrifugatschälrohr zum Abziehen des Zentrifugats aus der rotierenden Zentrifugentrommel während eines mit der Zentrifuge durchgeführten Sedimentationsbetriebs, weist also die Besonderheit auf, dass sie eine ringförmige Schälkammer umfasst, die axial oberhalb des Trommeldeckels angeordnet ist, sie in dem Trommeldeckel ausgebildete Verbindungsöffnungen aufweist, die einen Fluidkanal für Flüssigkeit oder Restflüssigkeit aus einem an der Innenseite der Zentrifugentrommel abgeschiedenen Feststoffkuchen zu der Schälkammer bilden, und sie ein in der Schälkammer angeordnetes Restflüssigkeitsschälrohr zum Abziehen von Flüssigkeit oder Restflüssigkeit aus der Schälkammer umfasst, wobei das Restflüssigkeitsschälrohr derart ausgebildet ist, dass es während eines Trocknungsbetriebs aktivierbar ist, sodass im Trocknungsbetrieb mit dem Restflüssigkeitsschälrohr Flüssigkeit oder Restflüssigkeit aus der Schälkammer abziehbar ist.

[0030] Ein entsprechendes erfindungsgemäßes Verfahren zum Trennen von Fest-Flüssig-Gemischen in Zentrifugat und einen Feststoffkuchen, insbesondere ein Verfahren der Sedimentation, mittels einer Vollmantelzentrifuge, die eine um eine vertikale Rotationsachse drehbare, nach unten offene Vollmantel-Zentrifugentrommel, einen Trommeldeckel zum Verschließen der Zentrifugentrommel, und ein in der Zentrifugentrommel angeordnetes Zentrifugatschälrohr zum Abziehen des Zentrifugats aus der rotierenden Zentrifugentrommel während eines mit der Zentrifuge durchgeführten Sedimentationsbetriebs aufweist, weist die entsprechende

Besonderheit auf, dass zum Zentrifugieren des Fest-Flüssig-Gemischs eine Zentrifuge verwendet wird, die eine ringförmige Schälkammer umfasst, die axial oberhalb des Trommeldeckels angeordnet ist, die in dem Trommeldeckel ausgebildete Verbindungsöffnungen aufweist, die einen Fluidkanal für Flüssigkeit oder Restflüssigkeit aus einem an der Innenseite der Zentrifugentrommel abgeschiedenen Feststoffkuchen zu der Schälkammer bilden, und die ein in der Schälkammer angeordnetes Restflüssigkeitsschälrohr zum Abziehen von Flüssigkeit oder Restflüssigkeit aus der Schälkammer umfasst, wobei zum Trocknen des im Sedimentationsbetrieb auf der Innenseite der Zentrifugentrommel abgeschiedenen Feststoffkuchens während eines Trocknungsbetriebs die Zufuhr von Fest-Flüssig-Gemisch in die Zentrifugentrommel unterbrochen und das Restflüssigkeitsschälrohr aktiviert wird, sodass im Trocknungsbetrieb mit dem Restflüssigkeitsschälrohr Flüssigkeit oder Restflüssigkeit aus der Schälkammer abgezogen wird. Das Verfahren kann manuell, teil-, halb- oder vollautomatisch gesteuert durchgeführt werden.

[0031] Die vorliegende Erfindung verbessert die Eigenschaften der bisher bekannten Vollmantelzentrifugen der eingangs genannten Art also durch eine ringförmige Schälkammer und ein zusätzlich zu dem Zentrifugatschälrohr ausgebildetes Restflüssigkeitsschälrohr, das in der Schälkammer angeordnet ist und das zum Abziehen von Flüssigkeit oder Restflüssigkeit aus der Schälkammer, die aus dem Feststoffkuchen durch in dem Trommeldeckel ausgebildete Verbindungsöffnungen in die Schälkammer gelangt, bei maximaler Drehzahl der Trommel dient.

[0032] Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, dass es mit diese Merkmale aufweisenden Vollmantelzentrifugen möglich ist, den Feststoffkuchen bei sehr hoher Drehzahl maximal zu trocknen, bevor er aus der Trommel ausgetragen wird, da im Trocknungsbetrieb die Flüssigkeit oder Restflüssigkeit aus dem Feststoffkuchen bei einer sehr hohen Drehzahl über die Verbindungsöffnungen in die Schälkammer gelangen und dort mit dem Restflüssigkeitsschälrohr abgezogen werden kann.

[0033] Die Vorteile erfindungsgemäßer Vollmantelzentrifugen bestehen somit darin, dass der Feststoffkuchen bei sehr hoher Drehzahl der Trommel, die der im Sedimentationsbetrieb maximal verwendeten Drehzahl entspricht, getrocknet werden kann und eine optimale Reinigungsleistung erzielt wird. Dabei ergänzen sich Ökologie und Ökonomie. Hohe Entsorgungskosten für den Feststoffkuchen werden vermieden, stattdessen kann er recycelt werden, und auch durch die effektive Reinigung des Fest-Flüssig-Gemischs wird eine Kosten senkung erzielt. Erfindungsgemäße Zentrifugen gewährleisten den optimalen Zustand der gereinigten Flüssigkeiten, beispielsweise von Schmierstoffen, wobei mit der Zentrifuge sowohl das Abtrennen von Flüssigkeit, z.B. Öl, als auch das Abtrennen von Feststoffen aus einer einem Fest-Flüssig-Gemisch, beispielsweise einer

Emulsion, möglich ist. Der bei maximaler Drehzahl getrocknete Feststoff kann recycelt oder mit den bei in einer Produktion anfallenden Resten wie Spänen unter Vermeidung von Aufwand für Sondermüll entsorgt werden.

[0034] Die Erfindung hat somit gegenüber dem Stand der Technik u.a. folgende Vorteile:

- Der Feststoff wird optimal bis auf eine geringe Restfeuchte getrocknet, bevor er aus der Zentrifugentrommel ausgetragen wird, da die in ihm enthaltene Restflüssigkeit bei maximaler Drehzahl der Zentrifugentrommel abgezogen werden kann.
- Dadurch ergeben sich beste Bedingungen, um den Feststoff weiter verwerten zu können oder um hohe Entsorgungskosten zu vermeiden.
- Es wird eine optimale Trennung des Fest-Flüssig-Gemischs in geklärtes Zentrifugat und Feststoff erzielt.
- Es sind keine (beweglichen) Ventilelemente vorhanden, die verstopfen oder verkleben können, daher ist der Betrieb der erfindungsgemäßen Zentrifuge sehr störungsfrei.
- Es wird keine Spülflüssigkeit für das Reinigen von Ventilsitzen oder Kanälen benötigt. Es wird also (im Sedimentationsbetrieb) eine volle, optimale Reinigungsleistung beim Betrieb der Zentrifuge und beim Reinigen von Fest-Flüssig-Gemisch erzielt.
- Die Zentrifugentrommel muss vor, während oder nach dem Austragen des Feststoffkuchens nicht gespült werden, um das Verstopfen oder Verkleben von Ventilen zu vermeiden. Dadurch ist die gesamte Zeitdauer, die zum Austragen des Feststoffs erforderlich ist, geringer und die Zentrifuge kann früher wieder in dem Reinigungsprozess verwendet werden.
- Die Zentrifuge ist einfach und kostengünstig herstellbar sowie leicht bedienbar, wobei einzelne, mehrere oder alle Schritte (Sedimentationsbetrieb, Trocknungsbetrieb und Entnahmebetrieb) manuell, teil-, halb- oder vollautomatisch steuerbar sein können. Besonders vorteilhaft ist, dass eine erfindungsgemäße Zentrifuge vollautomatisch betreibbar ist.
- Der gesamte Prozess, d.h. Sedimentationsbetrieb, Trocknungsbetrieb und Entnahmebetrieb, kann mit einer einzigen Zentrifuge durchgeführt werden, auch teil-, halb- oder vollautomatisch.
- Die Zentrifuge kann derart ausgebildet werden, dass das Bedienungspersonal nicht mit der Restflüssigkeit in Kontakt kommt und diese nicht abgeschöpft oder in einer separaten Trennvorrichtung abgetrennt werden muss.

[0035] Das Restflüssigkeitsschälrohr kann prinzipiell auch derart ausgebildet sein, dass während des Sedimentationsbetriebs, d.h. gleichzeitig oder anstelle des Zentrifugatschälrohrs, mit ihm geklärtes Zentrifugat bzw. Restflüssigkeit aus der Schälkammer abgezogen werden kann, es also nicht nur für den Trocknungsbetrieb,

sondern auch während des Sedimentationsbetriebs aktivierbar ist. Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung ist jedoch vorgesehen, dass das Restflüssigkeitsschälrohr während des Sedimentationsbetriebs deaktivierbar ist, sodass im Sedimentationsbetrieb mit dem Restflüssigkeitsschälrohr keine Flüssigkeit oder Restflüssigkeit aus der Schälkammer abziehbar ist. Hierdurch vereinfacht sich der apparative Aufwand, z.B. an Ventilen und Steuereinrichtungen, zum Betreiben der Zentrifuge. Ferner ermöglicht das Zentrifugatschälrohr in der Regel auch aufgrund eines größeren Durchmessers seiner Strömungsquerschnitte einen größeren Volumendurchsatz als das Restflüssigkeitsschälrohr, sodass auf das Zentrifugatschälrohr zumeist nicht verzichtet wird. In besonderen Ausnahmefällen könnte jedoch auch auf das Zentrifugatschälrohr verzichtet werden; in diesem Fall fällt das anspruchsgemäße, in der Zentrifugentrommel angeordnete Zentrifugatschälrohr mit dem erfindungsgemäßen, in der Schälkammer angeordneten Restflüssigkeitsschälrohr zusammen.

[0036] Zum Aktivieren und Deaktivieren des Restflüssigkeitsschälrohrs für das Abziehen von geklärtem Zentrifugat bzw. Restflüssigkeit aus der Schälkammer kann zweckmäßigerweise vorgesehen sein, dass die Eintrittsöffnung des Restflüssigkeitsschälrohrs oder das Restflüssigkeitsschälrohr in der aktiven Position in Flüssigkeit oder Restflüssigkeit, die sich in der Schälkammer befindet, eintauchbar oder einfahrbar ist, und in der inaktiven Position aus Flüssigkeit oder Restflüssigkeit, die sich in der Schälkammer befindet, ausfahrbar ist. Hierzu kann das Restflüssigkeitsschälrohr beispielsweise schwenkbar oder linear verfahrbar sein.

[0037] Damit im Trocknungsbetrieb die Restflüssigkeit aus der Schälkammer möglichst vollständig abgezogen werden kann, ist es vorteilhaft, wenn die Eintrittsöffnung des Restflüssigkeitsschälrohrs oder das Restflüssigkeitsschälrohr in der aktiven Position bezogen auf die Rotationsachse der Zentrifugentrommel auf einen Durchmesser verfahrbar ist, der mindestens dem bezogen auf die Rotationsachse größten außenseitigen Durchmesser des Feststoffkuchens entspricht. Wenn die Zentrifugentrommel keinen Trommeleinsatz aufweist, ist der äußere Rand des Feststoffkuchens identisch mit der Innenwand der Zentrifugentrommel. Bei einem eingesetzten Trommeleinsatz ist der äußere Rand des Feststoffkuchens die Innenwandung des Trommeleinsatzes. Die sich zwischen der radial äußersten Position der Eintrittsöffnung des Restflüssigkeitsschälrohrs und dem äußersten Rand des Feststoffkuchens befindende Flüssigkeit könnte nämlich nicht durch das Restflüssigkeitsschälrohr abgezogen werden, wenn das Restflüssigkeitsschälrohr nicht bis zum Außenrand des Feststoffkuchens reicht. Für eine möglichst weitgehende Trocknung des Reststoffkuchens ist es daher vorteilhaft, wenn das Restflüssigkeitsschälrohr bis dahin oder darüber hinaus verfahrbar ist.

[0038] Um das Restflüssigkeitsschälrohr im Sedimentationsbetrieb deaktivieren zu können, kann vorteilhaft-

terweise vorgesehen sein, dass die Eintrittsöffnung des Restflüssigkeitsschälrohrs oder das Restflüssigkeitsschälrohr in der inaktiven Position bezogen auf die Rotationsachse der Zentrifugentrommel auf einen Durchmesser verfahrbar ist, der kleiner als der auf die Rotationsachse der Zentrifugentrommel bezogene Innendurchmesser der Flüssigkeitssäule in der Zentrifugentrommel ist, wobei der Innendurchmesser der Flüssigkeitssäule in der Zentrifugentrommel durch die Position der Eintrittsöffnung des Zentrifugatschälrohrs im Sedimentationsbetrieb vorgegeben ist.

[0039] Um mittels einer einfachen konstruktiven Maßnahme zu vermeiden, dass beim Sedimentationsbetrieb auch bei deaktiviertem Restflüssigkeitsschälrohr, d.h. wenn das Restflüssigkeitsschälrohr nicht in die Flüssigkeit in der Schälkammer eingetaucht ist, dennoch Flüssigkeit aus der Schälkammer abgezogen wird, nämlich durch Überlaufen von Flüssigkeit über den oberen Abschluss der Schälkammer, kann vorgesehen sein, dass die Schälkammer einen die Schälkammer axial nach oben abschließenden, ringförmigen Schälkammerdeckel aufweist, der einen kleineren Innendurchmesser als der Innendurchmesser der Flüssigkeitssäule in der Zentrifugentrommel hat, der durch die Position der Eintrittsöffnung des Zentrifugatschälrohrs im Sedimentationsbetrieb vorgegeben ist. Mit anderen Worten, der Innendurchmesser des Schälkammerdeckels, d.h. der Außendurchmesser einer zentralen Öffnung in dem Schälkammerdeckel, ist kleiner als der Innendurchmesser der Flüssigkeitssäule der laufenden Zentrifugentrommel, der durch die Position des in der Regel feststehenden Zentrifugatschälrohrs in der Zentrifugentrommel vorgegeben ist. Dadurch wird die Flüssigkeitssäule in der Zentrifugentrommel und in der Schälkammer bei rotierender Zentrifugentrommel nach oben von dem Schälkammerdeckel abgedeckt und erreicht nicht den weiter innen liegenden Rand der zentralen Öffnung im Schälkammerdeckel, sodass sie nicht über diesen Rand überlaufen kann.

[0040] Damit im Trocknungsbetrieb die Restflüssigkeit aus der Schälkammer möglichst vollständig abgezogen werden kann, ist es ferner vorteilhaft, wenn sich der bezogen auf die Rotationsachse der Zentrifugentrommel außen liegende Rand der Schälkammer bis zu einem Durchmesser erstreckt, der mindestens dem bezogen auf die Rotationsachse der Zentrifugentrommel größten außenseitigen Durchmesser des Feststoffkuchens entspricht.

[0041] Aus demselben Grund kann vorteilhafterweise vorgesehen sein, dass die Zentrifuge in dem Trommeldeckel ausgebildete Verbindungsöffnungen aufweist, die einen Fluidkanal für Flüssigkeit oder Restflüssigkeit aus einem an der Innenseite der Zentrifugentrommel abgeschiedenen Feststoffkuchen zu der Schälkammer bilden und die bezogen auf die Rotationsachse der Zentrifugentrommel in radialer Richtung außen liegend in dem Trommeldeckel an einem Durchmesser ausgebildet sind, der dem bezogen auf die Rotationsachse der Zentrifugentrommel größten außenseitigen Durchmesser

des Feststoffkuchens entspricht. Mit anderen Worten, die Verbindungsöffnungen sind ganz außen an der Zentrifugentrommel, d.h. beim größten Trommeldurchmesser angeordnet, um zu gewährleisten, dass die Restflüssigkeit möglichst vollständig in die Schälkammer austreten und von dort mittels des Restflüssigkeitsschälrohrs abgezogen werden kann.

[0042] Zusätzlich zu den Verbindungsöffnungen beim größten Trommelinnendurchmesser können ein oder mehrere Bohrungen vorgesehen sein, die bei kleineren Durchmessern angeordnet sind, um das Abströmen der Flüssigkeitssäule aus der Zentrifugentrommel durch die Verbindungsöffnungen und die Bohrungen in die Schälkammer zu beschleunigen. Je größer die Gesamtfläche der Verbindungsöffnungen ist, desto schneller kann die Restflüssigkeit hindurchtreten. Daher wird nach einem zusätzlichen vorteilhaften Merkmal vorgeschlagen, dass der Trommeldeckel eine oder mehrere Verbindungsöffnungen aufweist, die zumindest abschnittsweise ring- oder bogenförmig ausgebildet sind. Durch eine bogenförmige Erstreckung in der Rotationsrichtung der Zentrifugentrommel wird der zur Verfügung stehende Querschnitt vergrößert.

[0043] In besonderen Ausführungsformen oder beim Zentrifugieren spezieller Fest-Flüssig-Gemische können die Verbindungsöffnungen in dem Trommeldeckel Filterelemente aufweisen, die derart ausgebildet sind, dass sie den abzutrennenden Feststoff zurückhalten und nur die Flüssigkeit durchlassen, um das Hindurchtreten von grobem Feststoff aus dem Filterkuchen in die Schälkammer zu verhindern. In der Regel sind solche Filterelemente jedoch nicht erforderlich.

[0044] Nach einem weiteren vorteilhaften Aspekt, der sowohl in Kombination mit der oben beschriebenen Erfindung als auch unabhängig davon eigenständige Bedeutung haben kann, wird eine Vollmantelzentrifuge, insbesondere für die Sedimentation, zum Trennen von Fest-Flüssig-Gemischen in geklärtes Zentrifugat und einen Feststoffkuchen vorgeschlagen, die eine um eine vertikale Rotationsachse drehbare, nach unten offene Vollmantel-Zentrifugentrommel, einen Trommeldeckel zum Verschließen der Zentrifugentrommel, und ein in der Zentrifugentrommel angeordnetes Zentrifugatschälrohr zum Abziehen des geklärten Zentrifugats aus der rotierenden Zentrifugentrommel während eines mit der Zentrifuge durchgeführten Sedimentationsbetriebs umfasst und die Besonderheit aufweist, dass sie ein Schälmesser zum Austragen des in der Zentrifugentrommel abgeschiedenen Feststoffkuchens aufweist, das beim Sedimentationsbetrieb nicht mit der Zentrifugentrommel mitrotiert, sondern in der Rotationsrichtung der Zentrifugentrommel feststehend ist, und das derart ausgebildet ist, dass es zum Ausschaben des Feststoffkuchens in einem Entnahmebetrieb mittels eines Schälmesserantriebs von der axial unten liegenden Seite der Zentrifugentrommel entlang der Trommelinnenwand in die Zentrifugentrommel eingefahren werden kann. Dieses Ausschaben könnte auch als Auskratzen oder Ausschälen bezeichnet

werden. Das Ausschaben bzw. der gesamte Entnahmebetrieb kann manuell, teil-, halb- oder vollautomatisch gesteuert durchgeführt werden.

[0045] Ein aus dem Stand der Technik bekanntes mitlaufendes Schälmesser rotiert beim Sedimentationsbetrieb mit der Zentrifugentrommel mit, ohne dass eine Relativbewegung zwischen dem Schälmesser und der Trommelwand besteht. Zum Ausschaben des Feststoffkuchens bewegt sich das Schälmesser dann relativ zur Trommelwand bzw. die Trommelwand relativ zum Schälmesser, wobei der Feststoff herausgeschabt wird. Dabei können Reste des Feststoffs auf dem Schälmesser hängen bleiben und führen beim nachfolgenden Reinigungsprozess, d.h. bei hoher Drehzahl der Trommel, zur Unwucht. In diesem Fall muss zumeist die Trommel nochmals gespült und/oder ausgeschabt werden. Bei einer Vollmantelzentrifuge, insbesondere einer erfindungsgemäßen Zentrifuge, wird vorteilhafterweise ein gegenüber der Rotationsrichtung der Zentrifugentrommel feststehendes, d.h. nicht mit der Zentrifugentrommel mitrotierendes Schälmesser verwendet.

[0046] Im Prinzip kann dabei jede Trommelform verwendet werden, beispielsweise eine zylindrische, gekrümmte oder mit unterschiedlichen Winkeln aufeinanderfolgenden geradlinigen Abschnitten versehene Zentrifugentrommel, wenn das Schälmesser über eine geeignete korrespondierende Zuführung bzw. Wegsteuerung verfügt. Zur Reduzierung des apparativen Aufwands ist es jedoch vorteilhaft, wenn die Trommelinnenwand kegelstumpfförmig ausgebildet ist, zumindest in einem Bereich, entlang dessen mittels des Schälmessers Feststoffkuchen ausschabbar ist, und der Schälmesserantrieb als Lineartrieb zum Verfahren bzw. Zustellen des Schälmessers entlang eines geradlinigen Weges parallel zur Trommelinnenwand ausgebildet ist. Diese Ausführungsform ist sowohl hinsichtlich der Fertigungskosten als auch des Feststoffaustrags optimal, da sich keine Ecken, Kanten und Taschen bilden können, in denen Feststoff verbleibt, der zu Unwuchten führen kann.

[0047] Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines in den Figuren dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert. Die darin beschriebenen Besonderheiten können einzeln oder in Kombination miteinander eingesetzt werden, um bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung zu schaffen. Gleiche oder gleich wirkende Teile werden in den verschiedenen Figuren mit denselben Bezugszeichen bezeichnet und gewöhnlich nur einmal beschrieben, auch wenn sie bei anderen Ausführungsformen vorteilhaft eingesetzt werden können. Es zeigen:

Figur 1 einen Gesamtschnitt einer erfindungsgemäßen Vollmantelzentrifuge mit einem Schälmesser,

Figur 2 einen Teilschnitt durch die Zentrifuge von Figur 1 im Sedimentationsbetrieb mit Trommel und Antriebsmotor für die Trommel,

- Figur 3 den Teilschnitt von Figur 2 im Trocknungsbetrieb,
- Figur 4 den Teilschnitt von Figur 2 im Entnahmebetrieb und
- Figur 5 eine Draufsicht auf die Zentrifuge von Figur 1 mit dem Restflüssigkeitsschälrohr in den beiden Endstellungen.

[0048] Die Figur 1 zeigt einen Gesamtschnitt eines Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Vollmantelzentrifuge 1 zum vollautomatischen Trennen von Fest-Flüssig-Gemischen in geklärtes Zentrifugat 2 und einen Feststoffkuchen 3, insbesondere für die Sedimentation. Sie umfasst eine um eine Rotationsachse 4 drehbare Vollmantel-Zentrifugentrommel 5, einen Trommeldeckel 6 zum Verschließen der Zentrifugentrommel 5, und ein in der Zentrifugentrommel angeordnetes Zentrifugatschälrohr 7 zum Abziehen des geklärten Zentrifugats 2 aus der rotierenden Zentrifugentrommel 5 während eines mit der Zentrifuge 1 durchgeführten Sedimentationsbetriebs.

[0049] Der Trommeldeckel 6 ist mittels Befestigungselementen 8 mit der Zentrifugentrommel 5 verbunden. Ferner kann ein nicht dargestellter Sicherungsbolzen vorgesehen sein, der ein Verdrehen des Trommeldeckels 6 gegenüber der Zentrifugentrommel 5 verhindert. Die Zentrifuge 1 ist von einem Gehäuse 9 umgeben, das von einem Maschinendeckel 10 verschlossen werden kann, der mit Maschinendeckelbefestigungen 11 montiert wird.

[0050] Die Zentrifugentrommel 5 ist am Trommeldeckel 6 in einem Lager 12 gelagert und wird mittels eines Motors 13 oder Getriebemotors und eines Transmissionsriemens 14 in Rotation um die vertikale Rotationsachse 4 versetzt. In abgewandelten Ausführungen kann der Antriebsmotor 13 auch direkt in das Lager 12 integriert oder entlang der Rotationsachse 4 angeordnet sein. Die Zentrifugentrommel 5 ist nach unten offen, weist also keinen oder einen nach unten offenen Trommelboden auf. Die Zentrifugentrommel 5 kann eine beliebige Form haben, d.h. beispielsweise eine zylindrische, gekrümmte oder mit unterschiedlichen Winkeln aufeinanderfolgenden geradlinigen Abschnitten versehene Innenwand haben. Das dargestellte Ausführungsbeispiel zeigt eine bevorzugte Ausführungsform mit einer kegelförmigen Zentrifugentrommel 5 bzw. Trommelinnenwand, die einen sich nach unten verengenden Konus bildet.

[0051] Allgemein wird die Zentrifugentrommel 5 eine sich in axialer Richtung nach unten in irgendeiner Weise verjüngende Form haben, weil sich dann durch die Zentrifugalkraft an der Innenwand der Zentrifugentrommel 5 ein Feststoffkuchen 3 absetzt und sich davor, d.h. in radialer Richtung innen vor dem Feststoffkuchen 3 liegend, im Sedimentationsbetrieb eine Flüssigkeitssäule bilden kann, deren Flüssigkeitsstand bis zum Zentrifugatschäl-

rohr 7 reicht und permanent über das Zentrifugatschälrohr 7 aus der rotierenden Zentrifugentrommel abgezogen wird. Mit anderen Worten ergibt sich die nach unten verjüngende Form der Zentrifugentrommel 5 als Folge der Forderung, dass der Abzug von Flüssigkeit über das Zentrifugatschälrohr 7 von einer radial weiter innenliegenden Position als der Lage des abgeschiedenen Feststoffkuchens 3 liegen soll. Da die Restflüssigkeit aus dem Feststoffkuchen 3 über den Trommeldeckel 6 abgezogen wird, wird die Eintrittsöffnung des Zentrifugatschälrohrs 7 vorzugsweise im Bereich des axial unteren Endes der Zentrifugentrommel 5 angeordnet, so dass sich der Feststoffkuchen 3 im axial darüber liegenden Bereich der sich nach oben verbreiternden Trommelinnenwand ab scheiden kann.

[0052] Das Befüllen der Zentrifugentrommel 5 mit Fest-Flüssig-Gemisch erfolgt über ein nicht dargestelltes Füllrohr, in der Regel über die Oberseite der Zentrifugentrommel 5 oder in manchen Ausführungsformen auch von unten in die Zentrifugentrommel 5. Im Innern der Zentrifugentrommel 5 sind Beschleunigungsbleche 15 zum Verteilen des Fest-Flüssig-Gemischs angeordnet. Das zu zentrifugierende Fest-Flüssig-Gemisch wird der laufenden Zentrifugentrommel 5 über einen Zulauf, zumeist über die Oberseite, zugeführt, in der Regel kontinuierlich. Es wird in der Zentrifugentrommel 5 in Rotation versetzt. Dabei setzen sich die spezifisch schwereren Feststoffe in einem Feststoffkuchen 3 an der Trommelwand ab.

[0053] Im dargestellten Beispielsfall wird die Trommelwand, an der sich im Sedimentationsbetrieb der Feststoffkuchen 3 abscheidet, durch die Vollmantel-Zentrifugentrommel 5 gebildet. In anderen Ausführungsformen kann ein Trommeleinsatz, der beispielsweise aus Gummi besteht und mittels Einsatzgriffen herausnehmbar ist, in die Zentrifugentrommel 5 eingesetzt sein, wobei dessen Innenwand die Trommelwand bildet, an der sich der Feststoffkuchen 3 abscheidet.

[0054] Vor dem Feststoffkuchen 3, d.h. in radialer Richtung innen vor dem Feststoffkuchen 3 liegend, bildet sich eine Flüssigkeitssäule, deren innerer Flüssigkeitsstand 16 bis zum, bezogen auf die Rotationsachse 4 der Zentrifugentrommel 5, größten Durchmesser eines Zentrifugatschälrohrs 7 reicht und mit dem Zentrifugatschälrohr 7, zumeist kontinuierlich, als geklärtes Zentrifugat 2 ausgetragen wird. Im Sedimentationsbetrieb wird das geklärte Zentrifugat 2 über das Zentrifugatschälrohr 7 abgezogen. Das Zentrifugatschälrohr 7 ist in der Regel feststehend, d.h. in einem festen radialen Abstand zu der Trommelinnenwand bzw. der Rotationsachse 4 der Zentrifugentrommel 5 angeordnet, kann aber prinzipiell auch auf unterschiedliche (radiale) Positionen einstellbar sein.

[0055] Axial oberhalb des Trommeldeckels 6 ist eine ringförmige Schälkammer 17 angeordnet. Der Durchmesser der Schälkammer 17 ist größer als ihre Höhe. Sie ist somit ringförmig gestaltet und könnte auch als Schälring bezeichnet werden. Der untere Abschluss der Schälkammer 17 wird von dem Trommeldeckel 6, der

obere Abschluss von einem Schälkammerdeckel 18 gebildet. Der Schälkammerdeckel 18 ist mittels der Befestigungselemente 8 mit dem Trommeldeckel 6 bzw. mit der Zentrifugentrommel 5 verbunden.

[0056] In dem Trommeldeckel 6 befinden sich Verbindungsöffnungen 19, die als Fluidkanal für Flüssigkeit oder Restflüssigkeit 27 aus einem an der Innenseite der Zentrifugentrommel 5 abgeschiedenen Feststoffkuchen 3 zu der Schälkammer 17 dienen. Die Verbindungsöffnungen 19 sind ganz außen an der Zentrifugentrommel 5, d.h. beim größten Trommelinnendurchmesser angeordnet, um zu gewährleisten, dass die Restflüssigkeit 27 aus dem Feststoffkuchen 3 möglichst vollständig in die Schälkammer 17 austreten kann. Zusätzlich zu den Verbindungsöffnungen 19 beim größten Trommelinnendurchmesser sind radial weiter innen liegend weitere Bohrungen 20 vorgesehen, um ein schnelleres Abströmen der Flüssigkeitssäule aus der Zentrifugentrommel 5 durch die Verbindungsöffnungen 19 und die Bohrungen 20 in die Schälkammer 17 zu ermöglichen.

[0057] Die Schälkammer 17 bildet somit eine ringförmige Auffangtasche bzw. einen ringförmigen Sammelraum für in dem Sedimentationsbetrieb und insbesondere im Trocknungsbetrieb aus dem Feststoffkuchen 3 durch die Verbindungsöffnungen 19 in dem Trommeldeckel 6 in die Schälkammer 17 austretende Flüssigkeit oder Restflüssigkeit 27.

[0058] In der Schälkammer 17 ist ein Restflüssigkeitsschälrohr 21 angeordnet, das zum Abziehen von Flüssigkeit oder Restflüssigkeit 27 aus der Schälkammer 17 dient. Das Restflüssigkeitsschälrohr 21 ist derart ausgebildet, dass es während eines Trocknungsbetriebs aktivierbar ist, sodass im Trocknungsbetrieb mit dem Restflüssigkeitsschälrohr 21 Flüssigkeit oder Restflüssigkeit 27 aus der Schälkammer 17 abziehbar ist. Zum Aktivieren des Restflüssigkeitsschälrohrs 21 für das Abziehen von Flüssigkeit (Zentrifugat) bzw. Restflüssigkeit 27 aus der Schälkammer 17, insbesondere im Trocknungsbetrieb, kann die Eintrittsöffnung des Restflüssigkeitsschälrohrs 21 in der aktiven Position in Flüssigkeit oder Restflüssigkeit 27, die sich in der Schälkammer 17 befindet, eingetaucht oder eingefahren werden. In der inaktiven Position, insbesondere im Sedimentationsbetrieb, kann es aus Flüssigkeit oder Restflüssigkeit 27, die sich in der Schälkammer 17 befindet, ausgeschwenkt oder ausgefahren werden.

[0059] Hierzu kann das Restflüssigkeitsschälrohr 21 beispielsweise schwenkbar oder linear verfahrbar sein. Das Ausführungsbeispiel zeigt ein Restflüssigkeitsschälrohr 21, das um eine parallel zur Rotationsachse 4 der Zentrifugentrommel 5 verlaufende Schwenkachse schwenkbar ist. Das Restflüssigkeitsschälrohr 21 kann einstückig ausgebildet sein, um eine optimale Dichtigkeit zu erzielen bzw. um eine einfache Fertigung ohne Einzelteile untereinander abdichtende Dichtungen zu ermöglichen.

[0060] In der Figur 1 befindet sich das Restflüssigkeitsschälrohr 21 in der eingeschwenkten Position beim

Trocknen des Feststoffkuchens im Trocknungsbetrieb. Beim normalen Reinigungsprozess, d.h. im Sedimentationsbetrieb, während durch die Zentrifuge 1 hindurchlaufendes Fest-Flüssig-Gemisch gereinigt und die gereinigte Flüssigkeit 2 von dem Zentrifugatschälrohr 7 abgezogen wird, ist das Restflüssigkeitsschälrohr 21 nicht aktiv, d.h. aus der Flüssigkeitssäule in der Schälkammer 17 herausgeschwenkt bzw. herausgefahren.

[0061] Zum Trocknen des Feststoffkuchens 3 wird die Zufuhr von Fest-Flüssig-Gemisch in die Zentrifuge 1 gestoppt, das Restflüssigkeitsschälrohr 21 in die Flüssigkeit in der Schälkammer 17 eingeschwenkt und die in der Schälkammer 17 enthaltene Flüssigkeit wird mit dem Restflüssigkeitsschälrohr 21 abgezogen. Falls es zur Vermeidung von starken Verunreinigungen bzw. von starkem Spritzen gewünscht ist, kann dabei die Drehzahl der Zentrifugentrommel 5 auch reduziert werden. Wichtig zur Erzielung eines hohen Trocknungsgrades des Feststoffkuchens 3 ist jedoch, dass am Ende des Abziehens der Restflüssigkeit 27 mittels des Restflüssigkeitsschälrohrs 21 aus der Schälkammer 17 die Drehzahl der Trommel 5 wieder auf einen hohen oder maximalen Wert angehoben wird, sodass der Feststoffkuchen 3 bei maximaler Drehzahl getrocknet und die in dem Feststoffkuchen 3 enthaltene Flüssigkeit bei möglichst hoher, maximaler Drehzahl mittels des Restflüssigkeitsschälrohrs 21 aus der Schälkammer 17 entnommen wird.

[0062] Dementsprechend ist bei einer erfindungsgemäßen Zentrifuge 1 vorteilhafterweise vorgesehen, dass das Restflüssigkeitsschälrohr 21 bei einer hohen Drehzahl der Zentrifugentrommel 5, die im Wesentlichen der maximalen, im Sedimentationsbetrieb verwendeten Drehzahl der Zentrifugentrommel 5 entspricht, zum Abziehen von Flüssigkeit oder Restflüssigkeit 27 aus der Schälkammer 17 aktivierbar ist. Dadurch kann die Restflüssigkeit 27 aus dem Feststoffkuchen 3 über die Schälkammer 17 in abgezogen werden, wobei die abgezogene Restflüssigkeit 27 einen hohen Reinheitsgrad mit einem reduzierten Feststoffgehalt aufweisen kann, der dem des im Sedimentationsbetrieb abgezogenen Zentrifugats 2 entspricht. Bei einem entsprechenden Verfahren wird vorgeschlagen, dass das Restflüssigkeitsschälrohr 21 bei einer hohen Drehzahl der Zentrifugentrommel 5, die im Wesentlichen der maximalen, im Sedimentationsbetrieb verwendeten Drehzahl der Zentrifugentrommel 5 entspricht, zum Abziehen von Flüssigkeit oder Restflüssigkeit 27 aus der Schälkammer 17 aktiviert wird.

[0063] Die Dauer der Trocknungszeit, während der das Restflüssigkeitsschälrohr 21 aktiv ist, d.h. im Trocknungsbetrieb in Restflüssigkeit 27 in der Schälkammer 17 eingetaucht oder eingefahren ist, wird den jeweiligen Flüssigkeiten und Feststoffen angepasst. Typische Zeiten liegen zwischen zwei und fünf Minuten.

[0064] Nach dem Abziehen der Restflüssigkeit 27 aus der Schälkammer 17 mit dem Restflüssigkeitsschälrohr 21 im Trocknungsbetrieb wird vor Wiederaufnahme des Sedimentationsbetriebs zunächst im Entnahmebetrieb der Feststoffkuchen 3 mit einem Schälmesser 23 aus-

geschabt. Dies erfolgt in der Regel bei reduzierter Drehzahl der Zentrifugentrommel 5. Ein solches Schälmesser 23 kann beispielsweise pneumatisch, elektrisch oder hydraulisch in die Zentrifugentrommel 5 gefahren werden. Der Vortrieb des Schälmessers 23 ist in der Regel linear. Der ausgeschabte, optimal getrocknete Feststoff fällt nach unten aus der nach unten offenen Zentrifugentrommel 5 und wird aufgefangen. Danach kann der Reinigungsprozess im Sedimentationsbetrieb von vorne beginnen, d.h. die Zentrifugentrommel 5 wird auf maximale Drehzahl gefahren und neues, zu reinigendes Fest-Flüssig-Gemisch wird der Zentrifugentrommel 5 zugeführt und zentrifugiert.

[0065] Die dargestellte Zentrifuge 1 weist ein Schälmesser 23 zum Austragen des in der Zentrifugentrommel 5 abgeschiedenen Feststoffkuchens 3 auf, das beim Sedimentationsbetrieb nicht mit der Zentrifugentrommel 5 mitrotiert, sondern in der Rotationsrichtung der Zentrifugentrommel 5 feststehend ist. Es ist derart ausgebildet, dass es zum Ausschaben des Feststoffkuchens 3 in einem Entnahmebetrieb mittels eines Schälmesserantriebs 24 von der axial unten liegenden Seite der Zentrifugentrommel 5 entlang der Trommelinnenwand in die Zentrifugentrommel 5 eingefahren werden kann. Da die Trommelinnenwand kegelstumpfförmig ausgebildet ist, zumindest in einem Bereich, entlang dessen mittels des Schälmessers 23 Feststoffkuchen 3 ausschabbar ist, ist der Schälmesserantrieb 24 als Lineartrieb zum Verfahren bzw. Zustellen des Schälmessers 23 entlang eines geradlinigen Weges parallel zur Trommelinnenwand ausgebildet.

[0066] Im Anschluss an den Trocknungsbetrieb wird also an der Innenseite der Zentrifugentrommel 5 abgeschiedener Feststoffkuchen 3 in einem Entnahmebetrieb mit einem Schälmesser 23 aus der Zentrifugentrommel 5 ausgetragen, das beim Sedimentationsbetrieb nicht mit der Zentrifugentrommel 5 mitrotiert, sondern in der Rotationsrichtung 28 der Zentrifugentrommel 5 feststehend ist, und das zum Ausschaben des Feststoffkuchens 3 in dem Entnahmebetrieb mittels eines Schälmesserantriebs 24 von der axial unten liegenden Seite der Zentrifugentrommel 5 entlang der Trommelinnenwand in die Zentrifugentrommel 5 eingefahren wird. Das Abschälen des Feststoffkuchens 3 mit dem Schälmesser 23 aus der Zentrifugentrommel 5 erfolgt vorteilhafterweise bei reduzierter Drehzahl der Zentrifugentrommel 5.

[0067] Die Figuren 2 bis 4 zeigen einzelne Schritte beim Betrieb der Zentrifuge 1 gemäß Figur 1. Die Figur 2 zeigt den Sedimentationsbetrieb, bei dem sich das Restflüssigkeitsschälrohr 21 in der nicht aktiven Stellung befindet, also aus der Flüssigkeitssäule in der Schälkammer 17 herausgeschwenkt ist. Die Figur 3 zeigt entsprechend zu Figur 1 den Trocknungsbetrieb, bei dem sich das Restflüssigkeitsschälrohr 21 in der aktiven Stellung befindet, also in die Flüssigkeitssäule in der Schälkammer 17 hineingeschwenkt ist, um die Restflüssigkeit 27 abziehen zu können. Die Figur 4 zeigt den Entnahmebetrieb zum Austragen des Feststoffkuchens 3 aus der

Zentrifugentrommel 5, wobei das Schälmesser 23 ganz in die Zentrifugentrommel 5 eingefahren ist.

[0068] Die Figur 5 zeigt eine Draufsicht auf die Zentrifuge 1 von Figur 1 mit dem Restflüssigkeitsschälrohr 21 in den beiden Endstellungen, d.h. in der aktiven Position 25 im Trocknungsbetrieb und in der inaktiven Stellung 26 im Sedimentationsbetrieb. Das Restflüssigkeitsschälrohr 21 ist hier als schwenkbare Variante dargestellt. Es ist ein gebogenes Rohr, dessen Eintrittsöffnung 22 entgegen der Rotationsrichtung 28 der rotierenden Zentrifugentrommel 5 gerichtet ist. Die Eintrittsöffnung 22 des Restflüssigkeitsschälrohrs 21 weist, ebenso wie die des Zentrifugatschälrohrs 7, bevorzugt entgegen der Drehrichtung 28 der Zentrifugentrommel 5, um ein optimales "Abschälen" der Flüssigkeitssäule an dem innenliegenden Rand der Flüssigkeitssäule zu ermöglichen.

Bezugszeichenliste

[0069]

- | | |
|----|----------------------------|
| 1 | Vollmantelzentrifuge |
| 2 | geklärtes Zentrifugat |
| 3 | Feststoffkuchen |
| 4 | Rotationsachse |
| 5 | Zentrifugentrommel |
| 6 | Trommeldeckel |
| 7 | Zentrifugatschälrohr |
| 8 | Befestigungselement |
| 9 | Gehäuse |
| 10 | Maschinendeckel |
| 11 | Maschinendeckelbefestigung |
| 12 | Lager |
| 13 | Motor |
| 14 | Transmissionsriemen |
| 15 | Beschleunigungsblock |
| 16 | Flüssigkeitsstand |
| 17 | Schälkammer |
| 18 | Schälkammerdeckel |
| 19 | Verbindungsöffnung |

- 20 Bohrung
- 21 Restflüssigkeitsschälrohr
- 22 Eintrittsöffnung
- 23 Schälmesser
- 24 Schälmesserantrieb
- 25 aktive Position
- 26 inaktive Stellung
- 27 Restflüssigkeit
- 28 Rotationsrichtung

Patentansprüche

1. Vollmantelzentrifuge (1), insbesondere für die Sedimentation, zum Trennen von Fest-Flüssig-Gemischen in geklärtes Zentrifugat (2) und einen Feststoffkuchen (3), umfassend eine um eine vertikale Rotationsachse (4) drehbare, nach unten offene Vollmantel-Zentrifugentrommel (5), einen Trommeldeckel (6) zum Verschließen der Zentrifugentrommel (5), und ein in der Zentrifugentrommel (5) angeordnetes Zentrifugatschälrohr (7) zum Abziehen des Zentrifugats (2) aus der rotierenden Zentrifugentrommel (5) während eines mit der Zentrifuge (1) durchgeführten Sedimentationsbetriebs, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie eine ringförmige Schälkammer (17) umfasst, die axial oberhalb des Trommeldeckels (6) angeordnet ist, sie in dem Trommeldeckel (6) ausgebildete Verbindungsöffnungen (19) aufweist, die einen Fluidkanal für Flüssigkeit oder Restflüssigkeit (27) aus einem an der Innenseite der Zentrifugentrommel (5) abgeschiedenen Feststoffkuchen (3) zu der Schälkammer (17) bilden, und sie ein in der Schälkammer (17) angeordnetes Restflüssigkeitsschälrohr (21) zum Abziehen von Flüssigkeit oder Restflüssigkeit (27) aus der Schälkammer (17) umfasst, wobei das Restflüssigkeitsschälrohr (21) derart ausgebildet ist, dass es während eines Trocknungsbetriebs aktivierbar ist, sodass im Trocknungsbetrieb mit dem Restflüssigkeitsschälrohr (21) Flüssigkeit oder Restflüssigkeit (27) aus der Schälkammer (17) abziehbar ist.
2. Zentrifuge (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Restflüssigkeitsschälrohr (21) während des Sedimentationsbetriebs deaktivierbar ist, sodass im Sedimentationsbetrieb mit dem Rest-

flüssigkeitsschälrohr (21) keine Flüssigkeit oder Restflüssigkeit (27) aus der Schälkammer (17) abziehbar ist.

3. Zentrifuge (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Restflüssigkeitsschälrohr (21) bei einer hohen Drehzahl der Zentrifugentrommel (5), die im Wesentlichen der maximalen, im Sedimentationsbetrieb verwendeten Drehzahl der Zentrifugentrommel (5) entspricht, zum Abziehen von Flüssigkeit oder Restflüssigkeit (27) aus der Schälkammer (17) aktivierbar ist.
4. Zentrifuge (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Eintrittsöffnung (22) des Restflüssigkeitsschälrohrs (21) oder das Restflüssigkeitsschälrohr (21) in der aktiven Position in Flüssigkeit oder Restflüssigkeit (27), die sich in der Schälkammer (17) befindet, eintauchbar oder einfahrbar ist, und in der inaktiven Position aus Flüssigkeit oder Restflüssigkeit (27), die sich in der Schälkammer (17) befindet, ausfahrbar ist.
5. Zentrifuge (1) nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Eintrittsöffnung (22) des Restflüssigkeitsschälrohrs (21) oder das Restflüssigkeitsschälrohr (21) in der aktiven Position bezogen auf die Rotationsachse (4) der Zentrifugentrommel (5) auf einen Durchmesser verfahrbar ist, der mindestens dem bezogen auf die Rotationsachse (4) größten außenseitigen Durchmesser des Feststoffkuchens (3) entspricht.
6. Zentrifuge (1) nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Eintrittsöffnung (22) des Restflüssigkeitsschälrohrs (21) oder das Restflüssigkeitsschälrohr (21) in der inaktiven Position bezogen auf die Rotationsachse (4) der Zentrifugentrommel (5) auf einen Durchmesser verfahrbar ist, der kleiner als der auf die Rotationsachse (4) der Zentrifugentrommel (5) bezogene Innendurchmesser der Flüssigkeitssäule in der Zentrifugentrommel (5) ist, wobei der Innendurchmesser der Flüssigkeitssäule in der Zentrifugentrommel (5) durch die Position der Eintrittsöffnung des Zentrifugatschälrohrs (7) im Sedimentationsbetrieb vorgegeben ist.
7. Zentrifuge (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schälkammer (17) einen die Schälkammer (17) axial nach oben abschließenden, ringförmigen Schälkammerdeckel (18) aufweist, der einen kleineren Innendurchmesser als der Innendurchmesser der Flüssigkeitssäule in der Zentrifugentrommel (5) hat, der durch die Position der Eintrittsöffnung des Zentrifugatschälrohrs (7) im Sedimentationsbetrieb vorgegeben ist.

8. Zentrifuge (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich der bezogen auf die Rotationsachse (4) der Zentrifugentrommel (5) außen liegende Rand der Schälkammer (17) bis zu einem Durchmesser erstreckt, der mindestens dem bezogen auf die Rotationsachse (4) der Zentrifugentrommel (5) größten außenseitigen Durchmesser des Feststoffkuchens (3) entspricht. 5
9. Zentrifuge (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie in dem Trommeldeckel (6) ausgebildete Verbindungsöffnungen (19) aufweist, die einen Fluidkanal für Flüssigkeit oder Restflüssigkeit (27) aus einem an der Innenseite der Zentrifugentrommel (5) abgeschiedenen Feststoffkuchen (3) zu der Schälkammer (17) bilden und die bezogen auf die Rotationsachse (4) der Zentrifugentrommel (5) in radialer Richtung außen liegend in dem Trommeldeckel (6) an einem Durchmesser ausgebildet sind, der dem bezogen auf die Rotationsachse (4) der Zentrifugentrommel (5) größten außenseitigen Durchmesser des Feststoffkuchens (3) entspricht. 10 15 20
10. Zentrifuge (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie ein Schälmesser (23) zum Austragen des in der Zentrifugentrommel (5) abgeschiedenen Feststoffkuchens (3) aufweist, das beim Sedimentationsbetrieb nicht mit der Zentrifugentrommel (5) mitrotiert, sondern in der Rotationsrichtung (28) der Zentrifugentrommel (5) feststehend ist, und das derart ausgebildet ist, dass es zum Ausschaben des Feststoffkuchens (3) in einem Entnahmebetrieb mittels eines Schälmesserantriebs (24) von der axial unten liegenden Seite der Zentrifugentrommel (5) entlang der Trommelinnenwand in die Zentrifugentrommel (5) eingefahren werden kann. 25 30 35
11. Zentrifuge (1) nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** die nach unten offene Zentrifugentrommel (5) eine gekrümmte oder eine mit unterschiedlichen Winkeln aufeinanderfolgenden geradlinigen Abschnitten versehene oder eine kegelstumpfförmige, einen sich nach unten verengenden Konus bildende Trommelinnenwand hat und das Schälmesser (23) eine korrespondierende Zuführung bzw. Wegsteuerung aufweist. 40 45
12. Zentrifuge (1) nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Trommelinnenwand kegelstumpfförmig ausgebildet ist, zumindest in einem Bereich, entlang dessen mittels des Schälmessers (23) Feststoffkuchen (3) ausschabbar ist, und der Schälmesserantrieb (24) als Lineartrieb zum Verfahren bzw. Zustellen des Schälmessers (23) entlang eines geradlinigen Weges parallel zur Trommelinnenwand ausgebildet ist. 50 55
13. Verfahren zum Trennen von Fest-Flüssig-Gemischen in geklärtes Zentrifugat (2) und einen Feststoffkuchen (3), insbesondere Verfahren der Sedimentation, mittels einer Vollmantelzentrifuge (1), die eine um eine vertikale Rotationsachse (4) drehbare, nach unten offene Vollmantel-Zentrifugentrommel (5), einen Trommeldeckel (6) zum Verschließen der Zentrifugentrommel (5), und ein in der Zentrifugentrommel (5) angeordnetes Zentrifugatschälrohr (7) zum Abziehen des geklärten Zentrifugats (2) aus der rotierenden Zentrifugentrommel (5) während eines mit der Zentrifuge (1) durchgeführten Sedimentationsbetriebs aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass** zum Zentrifugieren des Fest-Flüssig-Gemischs eine Zentrifuge (1) verwendet wird, die eine ringförmige Schälkammer (17) umfasst, die axial oberhalb des Trommeldeckels (6) angeordnet ist, die in dem Trommeldeckel (6) ausgebildete Verbindungsöffnungen (19) aufweist, die einen Fluidkanal für Flüssigkeit oder Restflüssigkeit (27) aus einem an der Innenseite der Zentrifugentrommel (5) abgeschiedenen Feststoffkuchen (3) zu der Schälkammer (17) bilden, und die ein in der Schälkammer (17) angeordnetes Restflüssigkeitsschälrohr (21) zum Abziehen von Flüssigkeit oder Restflüssigkeit (27) aus der Schälkammer (17) umfasst, wobei zum Trocknen des im Sedimentationsbetrieb auf der Innenseite der Zentrifugentrommel (5) abgeschiedenen Feststoffkuchens (3) während eines Trocknungsbetriebs die Zufuhr von Fest-Flüssig-Gemisch in die Zentrifugentrommel (5) unterbrochen und das Restflüssigkeitsschälrohr (21) aktiviert wird, sodass im Trocknungsbetrieb mit dem Restflüssigkeitsschälrohr (21) Flüssigkeit oder Restflüssigkeit (27) aus der Schälkammer (17) abgezogen wird.
14. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Restflüssigkeitsschälrohr (21) bei einer hohen Drehzahl der Zentrifugentrommel (5), die im Wesentlichen der maximalen, im Sedimentationsbetrieb verwendeten Drehzahl der Zentrifugentrommel (5) entspricht, zum Abziehen von Flüssigkeit oder Restflüssigkeit (27) aus der Schälkammer (17) aktiviert wird.
15. Verfahren nach Anspruch 13 oder 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Anschluss an den Trocknungsbetrieb an der Innenseite der Zentrifugentrommel (5) abgeschiedener Feststoffkuchen (3) in einem Entnahmebetrieb mit einem Schälmesser (23) aus der Zentrifugentrommel (5) austragen wird, das beim Sedimentationsbetrieb nicht mit der Zentrifugentrommel (5) mitrotiert, sondern in der Rotationsrichtung (28) der Zentrifugentrommel (5) feststehend ist, und das zum Ausschaben des Feststoffkuchens (3) in dem Entnahmebetrieb mittels eines

Schälmesserantriebs (24) von der axial unten liegenden Seite der Zentrifugentrommel (5) entlang der Trommelinnenwand in die Zentrifugentrommel (5) eingefahren wird.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

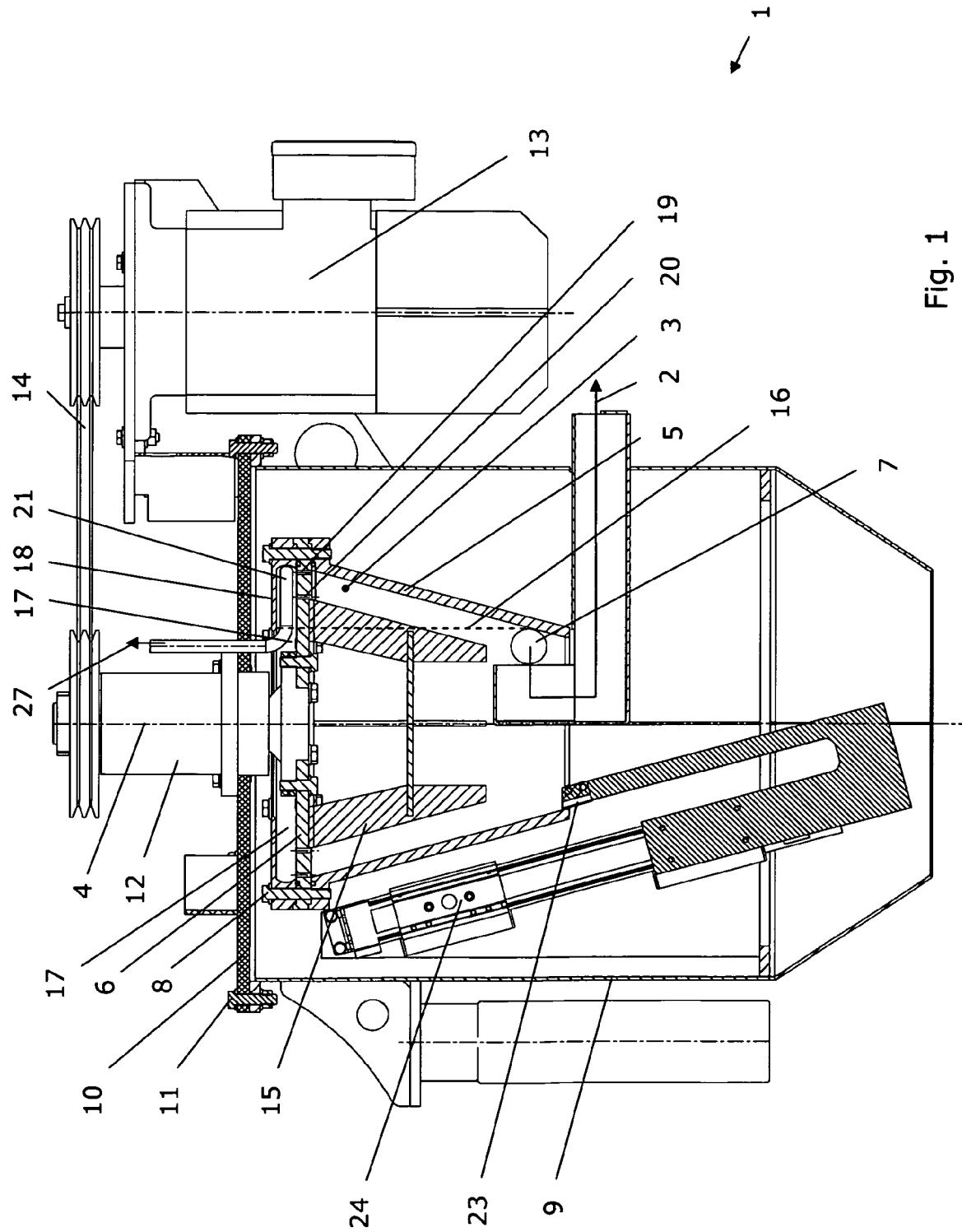
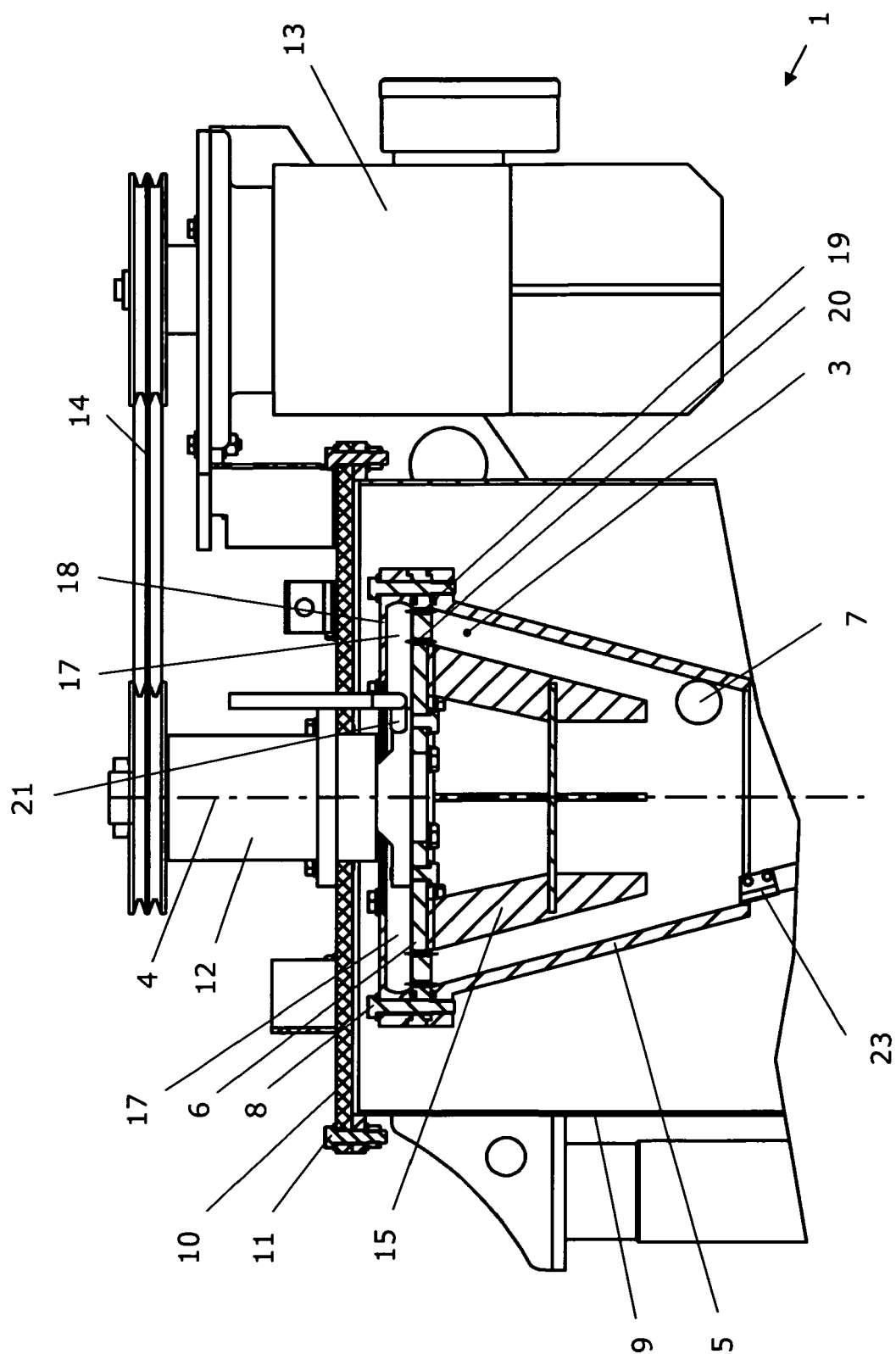


Fig. 1



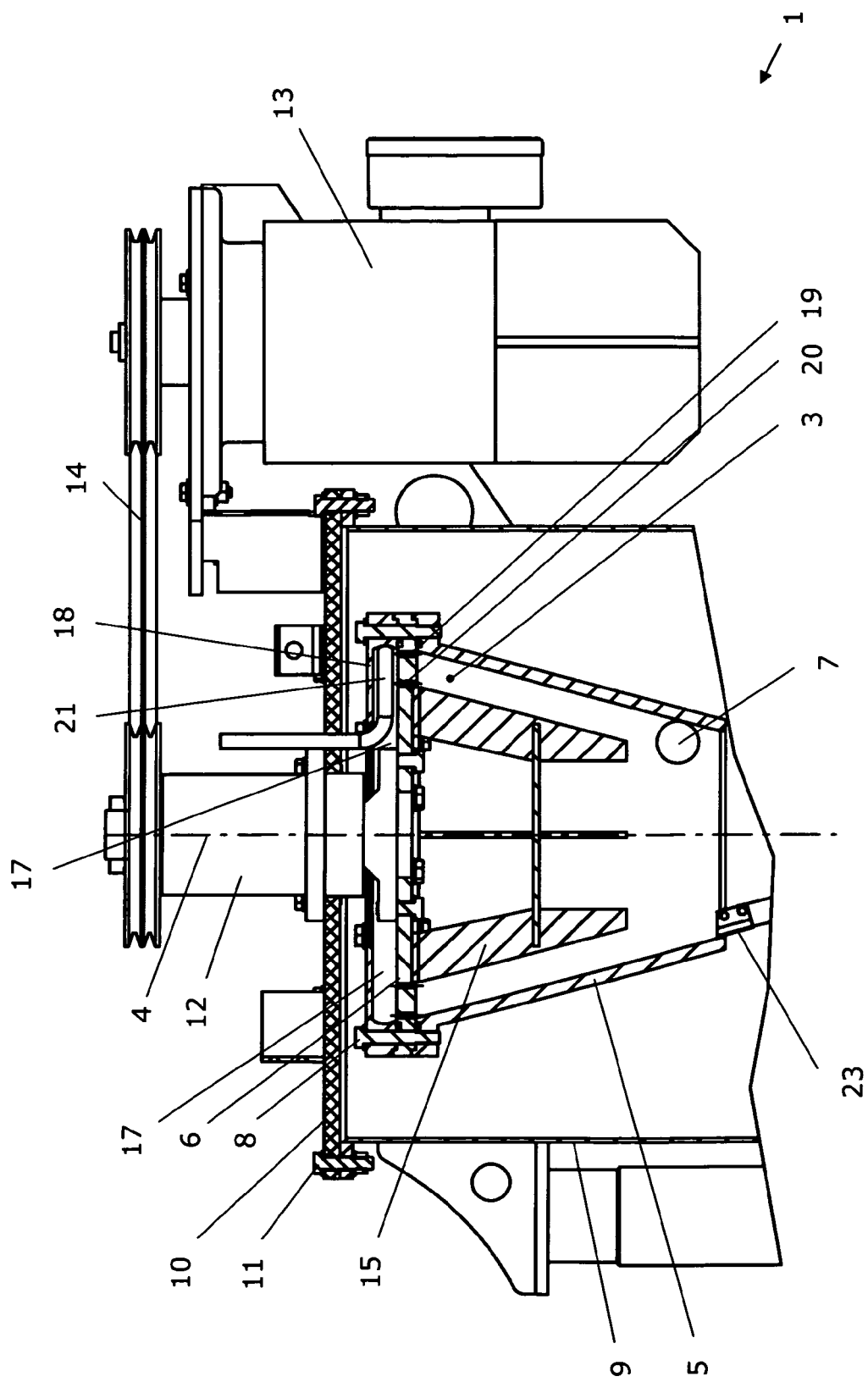


Fig. 3

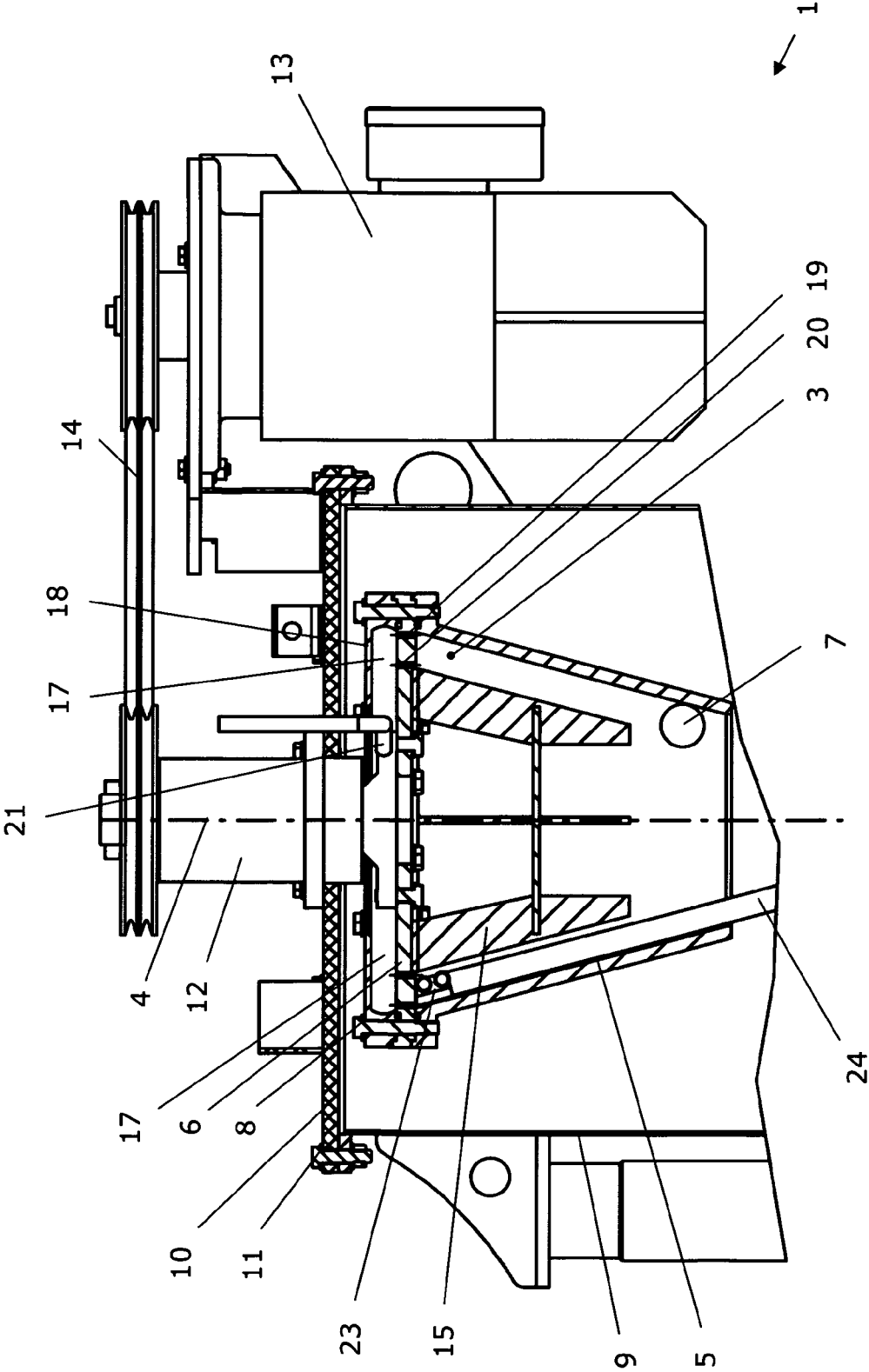


Fig. 4

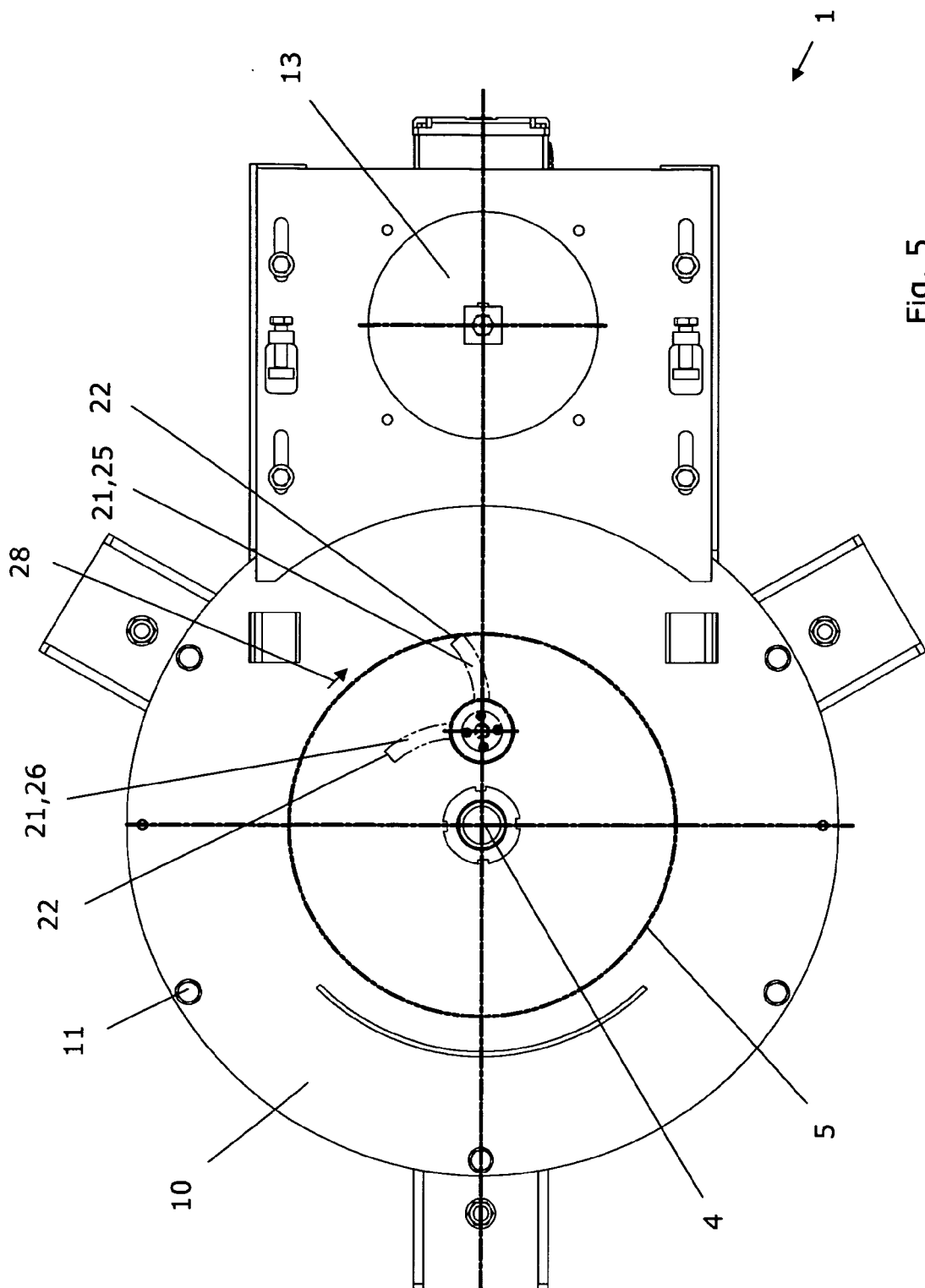


Fig. 5

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 19616040 C2 [0013]
- DE 3634994 A1 [0022]
- DE 3626314 A1 [0023]
- DE 4132044 C1 [0024]
- DE 2603610 A1 [0025]
- DE 102008009253 A1 [0026]