



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
03.09.2014 Patentblatt 2014/36

(51) Int Cl.:
B04B 7/06 (2006.01) **B04B 15/08 (2006.01)**
B04B 7/02 (2006.01) **B04B 9/02 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **14156804.8**

(22) Anmeldetag: **26.02.2014**

(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

(72) Erfinder: **Strauch, Dieter**
58302 Oelde (DE)

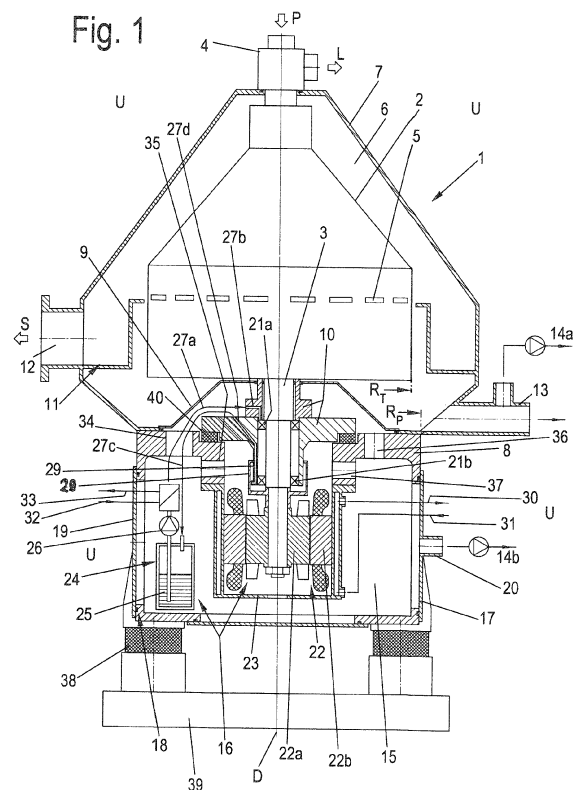
(74) Vertreter: **Specht, Peter et al**
Loesenbeck - Specht - Dantz
Patent- und Rechtsanwälte
Am Zwinger 2
33602 Bielefeld (DE)

(30) Priorität: **27.02.2013 DE 102013101961**

(71) Anmelder: **GEA Mechanical Equipment GmbH**
59302 Oelde (DE)

(54) **Verfahren zur Verarbeitung brennbarer Produkte mit einer Separatoranordnung**

(57) Ein Verfahren zur Verarbeitung eines brennbaren und bei der Verarbeitung brennbare Gase entwickelnden Produktes, insbesondere eines Stoffgemisches, im kontinuierlichen Betrieb mit einer Separatoranordnung, wobei die Separatoranordnung zumindest folgendes aufweist: eine in einem Haubenraum (6) angeordnete drehbare Trommel (1) mit vertikaler Drehachse (D), die auf eine drehbare Antriebsspindel (3) aufgesetzt ist, und einen Antriebsraum (15), der eine, mehrere oder sämtliche Komponenten eines Separatorantriebs (23) enthält, wobei während der Verarbeitung ein in einem oder beiden Bereichen Haubenraum und Antriebsraum ein Unterdruck erzeugt wird, der so niedrig ist, dass im Betrieb keine oder nur eine die Separatoranordnung nicht schädigende funkeneregte Zündung der noch vorhandenen enthaltenden Restgase möglich ist.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Verarbeitung brennbarer Produkte mit einer Separatoranordnung.

[0002] Bei der Verarbeitung brennbarer Produkte mit einer Separatoranordnung ist es möglich, dass sich explosionsfähige Gase bzw. Gasgemische bilden. Diese entstehen insbesondere durch Ausgasen flüchtiger Bestandteile eines brennbaren Produktes und Mischen mit vorhandenem Luftsauerstoff in der Separatorenanordnung. Es ist daher notwendig, die Separatoranordnung derart ausulegen, dass sie den gesetzlichen Anforderungen an den Explosionsschutz genügt, was es erfordert, Komponenten des Systems entsprechend ausulegen und/oder durch Inertgaszufuhr die Explosionsgefahr zu verringern, was u.U. deutliche Mehrkosten verursacht.

[0003] Die Erfindung hat vor diesem Hintergrund die Aufgabe, die Verarbeitung derartiger Produkte zu vereinfachen.

[0004] Die Erfindung löst diese Aufgabe durch den Gegenstand des Anspruchs 1.

[0005] Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind den Unteransprüchen zu entnehmen.

[0006] Danach wird bei dem erfindungsgemäßen Verfahren (Anspruch 1) der Umgebungsraum während des zentrifugalen Trennens und/oder Klärens der Hauben- und/oder - nach einer vorteilhaften Alternative oder ggf. auch Weiterbildung auch - der Antriebsraum unter Unterdruck gegenüber der Umgebung gesetzt. Dadurch wird bei einer Verarbeitung brennbarer Produkte durch eine Verringerung des Sauerstoffgehaltes im Haubenraum und/oder im Antriebsraum verhindert, dass eine Explosion überhaupt erfolgt oder dass eine Explosion ausgelöst wird, die ein schädigendes oder gefährdendes Maß annimmt. Zwar ist es an sich bekannt, zum Explosionsschutz ganz allgemein in Behältnissen einen Unterdruck zu erzeugen. Bei einem Verfahren zur Verarbeitung eines brennbaren Produktes im kontinuierlichen Betrieb an einem Separator wurde dieser Effekt aber bisher nicht genutzt, obwohl sich nach der Erkenntnis der Erfindung auch bei der kontinuierlichen Verarbeitung entweder im Umgebungsraum der Haube und/oder in dem Antriebsraum ein genügender Unterdruck erzeugen lässt, um den Anforderungen an den Explosionsschutz zu genügen, insbesondere, wenn vorzugsweise und vorteilhaft im Haubenraum und/oder im Antriebsraum ein Unterdruck erzeugt wird, der so niedrig ist, dass für das zu verarbeitende Produkt bei dem durch Unterdruck erzeugten Luftdruck die bei diesem Luftdruck zu erwartende Explosionsgrenze in Luft unterschritten wird. In diesem Zusammenhang ist es sinnvoll, den entsprechenden Wert der Explosionsgrenze als Führungsgröße für eine Regelung des Unterdrucks zu verwenden.

[0007] Mit Haubenraum ist der Raum einer Zentrifuge gemeint, in dem die Trommel rotiert und in dem somit das zu separierende Produkt verarbeitet wird. Vorzugsweise ist die Trommel zum Austrag eines Feststoffes geeignet, so dass mittels Öffnen eines Kolbenschiebers der Feststoff diskontinuierlich ausgetragen wird oder alternativ mittels Düsen kontinuierlich ausgetragen werden kann.

[0008] Um den Wert des Unterdruckes in dieser Weise auf dem jeweils geeigneten Wert zu halten, ist eine Drucküberwachung in dem oder den Bereichen, in welchen ein Unterdruck erzeugt wird, sinnvoll und vorteilhaft.

[0009] Es ist auch denkbar, den zu evakuierenden Bereich zunächst mit Inertgas zu befüllen und sodann einen Unterdruck zu erzeugen. Derart wird die Explosionsgefahr nochmals verringert. Eine Befüllung mit Inertgas ist zudem für einen Fehlerfall, d.h., bei im Falle eines unvorhergesehenen Druckanstiegs, als Sicherheitsmaßnahme sinnvoll.

[0010] Für diese zeitlich begrenzte Inertisierung wird vorzugsweise keine permanente Inertgasversorgung benutzt, sondern eine Inertgasversorgung aus einer Flasche angewendet.

[0011] Denkbar und vorteilhaft ist es auch, zum Explosionsschutz den Haubenraum mit einem Inertgas zu befüllen und im Antriebsraum einen Unterdruck zu erzeugen. Derart kann im Haubenraum mit dem Inertgas besonders einfach ein Explosionsschutz erreicht werden, wohingegen es weniger sinnvoll erscheint, den Antriebsraum mit Inertgas zu befüllen. Dort ist es sinnvoller und vorteilhafter, einen Unterdruck zu erzeugen, um insbesondere im Antriebsraum in Hinsicht auf die dort in der Regel vorhandenen elektrischen Betriebsmittel auf einfache Weise einen guten Explosionsschutz zu erreichen. Für die elektrischen Betriebsmittel werden dabei vorzugsweise keine zusätzlichen Explosionsschutz angewendet, z.B. eigensichere Komponenten, Betriebsmittel mit erhöhter Sicherheit oder druckfeste Kapselung. Der Unterdruck in den Separatorräumen wird vorzugsweise durch Messungen überwacht und/ oder gesteuert oder geregelt. Bei einem Anstieg des Unterdrucks über einen Grenzwert, insbesondere über 0,25 bar bzw. über 0,3 bar, oder vor dem Abfahren des Separators (oder fortwährend während des zentrifugalen Trennens nur im Haubenraum) wird ein Inertgas bis zum Erreichen des Atmosphärendrucks, insbesondere bis zu einem Druck von wenigstens 50 mbar über Atmosphärendruck zugeführt. Bevorzugt wird jedoch ein Druck von 0,5 bar über Atmosphärendruck nicht überschritten.

[0012] Als Inertgase werden bevorzugt Instrumentenluft, Stickstoff, Helium oder Kohlendioxid verwendet.

[0013] Es ist zwar bereits bekannt, dass bei verschiedenen Anwendungen von Separatoren, so insbesondere im Bereich der Medizin- oder Lebensmitteltechnik oder auf dem Gebiet der Milchverarbeitung Zentrifugentrommeln in einem Raum angeordnet und betrieben werden, der relativ zur Umgebung einen Unterdruck aufweist. Rein beispielhaft sei insofern auf die EP 1 119 416 B1 verwiesen. Die in dieser Schrift dargestellte Separatoranordnung und ihr in der Praxis eingesetztes Pendant weisen eine Separatortrommel zur Flüssig-/Flüssig-/Fest-Trennung mit einer vertikalen Drehachse auf, welche in einem abgedichteten Behältnis bzw. Haubenraum angeordnet ist, in welchem mit einer Pumpe ein Unterdruck gegenüber der Umgebung erzeugt werden kann. Die Separatortrommel weist ein Zulaufrohr auf sowie eine oder mehrere Schältscheiben zum Austrag der einen oder mehreren Flüssigkeitsphase(n), sowie Feststoffaustragsöffnungen zum

kontinuierlichen oder intermittierenden Austrag von Feststoffen. Es wurde aber bisher nicht erkannt, dass mittels Unterdruck auch eine besonders vorteilhafte Verarbeitung eines im Betrieb u.U. brennbare Gase entwickelnden Produktes möglich ist. Eine Intergaszufuhr, jedenfalls eine dauernde Inertgaszufuhr, ist derart nicht mehr notwendig.

[0014] Erfindungsgemäß wird vorzugsweise auch in den Komponenten der Antriebseinrichtung - insbesondere Motor-, Kupplungs-, Spindel-, Lager- und/oder sonstige Antriebskomponenten - enthaltenden Raum ganz oder jedenfalls in einem Teilbereich ein Unterdruck gemäß der Vorgabe der Ansprüche 1 oder 2 relativ zur Umgebung erzeugt, um auch im Antriebsraum die Explosionsgefahr auszuschließen oder jedenfalls genügend zu verringern. Die Antriebskomponenten können in diesem Fall in Standardausführung, das heißt in nicht explosionsgeschützter Ausführung, eingesetzt werden. Ein Motor muss beispielsweise nicht als druckfest gekapselter Typ eingesetzt werden.

[0015] Hierzu wird der Antriebsraumbereich mit einer Pumpe oder einer sonstigen Unterdruck erzeugenden Einrichtung evakuiert und/oder er ist mit dem (Hauben-)Raum, welcher die Trommel umgibt verbunden, so dass eine Pumpe bzw. eine entsprechende Einrichtung, welche ggf. ergänzend in diesem Raum ein Vakuum erzeugt, auch in dem Antriebsraum "mit" ein Vakuum erzeugen kann. Wenn auch der Haubenraum, in welchem die Trommel angeordnet ist, unter Unterdruck gegenüber der Umgebung gesetzt wird, ist auch hier eine Verringerung der Explosionsgefahr - begleitet von einer Energieersparnis - zu erreichen. Eine abgedichtete Ausgestaltung der Trommel wird nicht bevorzugt.

[0016] Besonders vorteilhaft ist eine bevorzugte Variante des Verfahrens, bei welcher in dem Haubenraum und dem Antriebsraum jeweils ein Unterdruck erzeugt wird und bei dem der Unterdruck in dem Haubenraum und dem Antriebsraum jedenfalls zeitweise oder dauerhaft während des zentrifugalen Klärens und/oder Trennens im Betrieb verschieden ist. So kann der Unterdruck im Antriebsraum konstant sein, während der der Unterdruck im Haubenraum während des Betriebs in Abhängigkeit von dem aktuellen oder zu erwartenden Betriebszustand verändert wird, beispielsweise vor Entleerungen mit einem Kolbenschieber erhöht wird, um einen besonders stabilen Betrieb zu erreichen. Auch die umgekehrte Variante mit konstantem Druck im Haubenraum oder variierendem Druck im Haubenraum ist denkbar. Schließlich kann auch in beiden Bereichen im Betrieb der Druck verändert werden, wenn diese in druckausgleichender Verbindung stehen.

[0017] Zudem kann der Unterdruck in den beiden Bereichen auch dauerhaft im Betrieb verschieden sein, wenn dies dem Explosionsschutz dennoch genügt. Insbesondere in letzteren Fall ist es vorteilhaft, wenn eine Sperrkammer insbesondere mit zwei axial zueinander beabstandeten Dichtringanordnungen und einer dazwischen ausgebildeten Kammer vorgesehen ist, die vorzugsweise mit einem Fluid wie einem Inertgas befüllbar ist (und im Betrieb so befüllt wird) und die vorzugsweise zwischen dem Antriebsraum und dem Haubenraum ausgebildet ist. Vorzugsweise werden die beiden Räume Antriebsraum und Haubenraum hierbei voneinander getrennt und gegeneinander abgedichtet. Die Sperrkammer wird dann vorzugsweise zwischen der rotierenden Spindel und einer feststehenden Antriebsabdeckung eingesetzt.

[0018] Vorteilhaft ist es ferner auch, wenn ein druckfest gekapselter Antriebsmotor verwendet wird.

[0019] Besonders vorteilhaft ist nach einer Variante, die auch eine eigenständige Erfindung bildet, ein Unterdruckanschluss auf besonders großem Radius im Haubenraum, da sich hier die Trommeldrehung unterstützend auf die Erzeugung des Vakuums auswirkt. Vorzugsweise sind dabei sowohl die Trommel als auch der Haubenraum abschnittsweise konisch ausgebildet.

[0020] Eine Variante für einen Unterdruckanschluss kann ein Anschluss über eine Bohrung in der Spindel sein. In diesem Fall wird das freie Ende der Spindel unten durch die abgedichtete Gestellwandung geführt und über abgedichtete Anschlüsse erfolgt die Anbindung an ein Unterdrucksystem. Die Bohrung in der Spindel endet im Bereich unterhalb der Trommel im Haubenraum. Die Durchführung der Spindel durch die Gestellwandung ist ebenfalls mittels schleifenden Elementen abgedichtet.

[0021] Als Flüssigkeitsabläufe in der Trommel eignen sich übliche Schälscheiben. Es ist aber auch eine Abdichtung/Isolierung der Greifer / Trommel mittels einer Tauchscheibe denkbar. Die Abdichtung mittels Tauchscheibe erfolgt durch Eintauchen einer stillstehenden Scheibe in einen rotierenden Flüssigkeitsspiegel, so dass ein Flüssigkeitsverschluss zur Umgebung auf der einen Seite der Scheibe im Verhältnis zur anderen Seite der Scheibe gebildet wird. Als flüssiges Medium kommt sowohl eine geklärte Flüssigkeitsphase als auch eine separat eingebrachte neutrale Phase in Frage, z.B. Wasser. In diesem Fall sind die Produktbereiche und der Bereich der Tauchscheibe voneinander getrennt.

[0022] Durch eine vorteilhafte abgedichtete Separatorenanordnung und die Überwachung des Unterdrucks ist es möglich, die Vakuum erzeugenden Mittel nach Erreichen des eingestellten Grenzwertes für den Unterdruck abzuschalten und erst nach überschreiten des Grenzwertes wieder einzuschalten. Wie oben beschrieben kann vor Einleiten einer Entleerung des Feststoffraumes einer mit Kolbenschieber verschließbaren Separatortrommel die das Vakuum erzeugenden Mittel aktiviert und / oder Inertgas zugegeben werden. Nach Erreichen der vorgegebenen Grenzwerte für den Unterdruck nach Abschluss des Entleerungsvorgangs kann das Vakuum erzeugende Mittel erneut abgeschaltet werden. Hierdurch lassen sich Verbräuche von Inertgas und Energie weiter optimieren.

[0023] Besonders vorteilhaft ist ein Einsatz eines fluid-, insbesondere öl- oder wassergekühlten Motors.

[0024] Vorteilhaft erscheint es, auch das Ölschmierungs-System, insbesondere ein Umlaufschmierungs-System im Vakuumbereich anzuordnen, insbesondere mit einem oder mehreren der folgenden Merkmale:

- Ölumlaufpumpe im Vakuumbereich
- Ölbehälter im Vakuumbereich,
- 5 - Wärmetauscher (für Ölkreislauf) im Vakuumbereich

[0025] Vorteilhaft erscheint auch eine Kühlfluidzufuhr durch die Trommel (nach Art der DE 19922237).

[0026] Im Betrieb wird ein Unterdruck erzeugt, der unter Atmosphärendruck liegt, insbesondere von 0,2 bar oder weniger.

10 **[0027]** Besonders vorteilhaft ist zudem, wenn im Betrieb ein Unterdruck erzeugt wird, der insbesondere bei 0,1 bar oder weniger liegt, insbesondere bei weniger als 50 mbar. Da sich der Druck bei einer Explosion typischerweise auf das zehnfache des vor der Explosion herrschenden Drucks erhöht, wäre eine derartige Druckerhöhung ungefährlich.

[0028] Es ist auch denkbar, wenn der Wert des Unterdruckes jedenfalls im Haubenraum mit der Trommel während des Betriebs abhängig vom Betriebszustand verändert wird. So kann beispielsweise zeitlich vor, bei oder nach einer Änderung des Betriebszustandes auch eine Änderung des Unterdruckes erfolgen. Dabei kann die Änderung des Betriebszustandes, die vor, bei oder nach der Änderung des Unterdruckes erfolgt, eine Feststoffentleerung sein. Beispielsweise kann der Unterdruck beim Anfahren oder Abbremsen der Trommel geändert werden. Er könnte zudem kurz vor oder zumindest während der Entleerung etwas erhöht werden, damit bei der Feststoffentleerung keine nachteiligen Effekte aufgrund des hohen Unterdruckes auftreten

20 **[0029]** Besonders geeignet ist die Erfindung für eine Separatoranordnung mit einem Separator mit einer Trommel mit vertikaler Drehachse, die auf eine drehbare Antriebsspinde aufgesetzt und von einer Haube umgeben ist, wobei die Trommeln einen Trommeldurchmesser größer 500 mm, insbesondere 800 mm, ganz besonders bevorzugt größer 900 mm und/oder Drehzahlen z.B. größer 8000 U/min, 5000 U/min, 4000 U/min im Betrieb aufweisen.

[0030] Vorzugsweise beträgt die Umfangsgeschwindigkeit am Trommelaußendurchmesser wenigstens 100 m/s oder mehr.

25 **[0031]** Die Oberfläche der Trommel beträgt ferner vorzugsweise 0,5m² bis 5m², insbesondere 1-3,5 m², damit sich die Wirkung der Unterstützung der Unterdruckerzeugung besonders vorteilhaft auswirkt.

[0032] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den übrigen Unteransprüchen angegeben.

[0033] Nachfolgend wird die Erfindung unter Bezug auf die Zeichnung anhand eines Ausführungsbeispiels näher beschrieben. Es zeigen:

30 Fig. 1 eine schematische Darstellung einer ersten Separatoranordnung mit einem im Schnitt dargestellten Antriebsraum;

35 Fig. 2 eine schematische Darstellung einer zweiten Separatoranordnung mit einem im Schnitt dargestellten Antriebsraum; und

Fig. 3 eine schematische Darstellung einer dritten Separatoranordnung mit einem im Schnitt dargestellten Antriebsraum.

40 **[0034]** Fig. 1 zeigt ein Ausführungsbeispiel einer Separatoranordnung 1 zur Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens.

[0035] Mit der Separatoranordnung 1 wird ein brennbares und im Betrieb u.U. brennbare Gase entwickelndes Produkt P verarbeitet bzw. aufbereitet.

45 **[0036]** Bei dem zu verarbeitenden Produkt kann es sich um ein zu klärendes oder in verschiedene Phasen (mit unterschiedlicher Dichte) zu trennendes und ggf. ergänzend auch zu klärendes Produkt handeln. Als Produkt ist insofern auch ein Produktgemisch aus mehreren Stoffen anzusehen. Eine bevorzugte Anwendung findet die Separatoranordnung 1 in einer derartigen Aufbereitung eines alkoholhaltigen Produktes, beispielsweise eines Getränkes, oder beispielsweise bei der Verarbeitung oder Gewinnung von Kraftstoffen.

50 **[0037]** Beispiele von Gasen oder auch Gasgemischen die aus folgenden Stoffgruppen durch Überschreiten des Flammpunktes entstehen können: Aliphatische Kohlenwasserstoffe, wie Alkane, wie Propan, Alkene, Alkine; Alkohole, wie Methanol, Ethanol; Lösungsmittel, wie Aceton, Toluol, n-Hexan, Benzol, etc. Die Erfindung eignet sich insofern insbesondere für die Verarbeitung von Produkten, bei deren Verarbeitung eines oder mehrere dieser Gase entstehen können.

55 **[0038]** Immer, wenn die zu verarbeitende Produkttemperatur oberhalb des Flammpunktes liegt, entstehen die Gase und Dämpfe, die mit Sauerstoff (aus der Luft) ein explosionsfähiges Gemisch bilden können. Beispiele für diese Bereiche sind:

Substanz	Flammpunkt
Ethanol	12 °C
Methylalkohol (Methanol)	11 °C
Isopropanol	12 °C
n- Hexan	-22 °C
Dieselmkraftstoff	>55 °C
Biodiesel	180 °C
1-Butanol	34 °C

[0039] Je nach Substanzanteil im Produkt ergeben sich abweichende Flammpunkte: Zum Beispiel liegt der Flammpunkt für 5% Ethanol in Wasser bei 81 °C. Der Flammpunkt für 50% Ethanol in Wasser liegt bei 24°C. Durch Absenken des Druckes sinkt der Flammpunkt wieder.

[0040] So lässt sich für jeweilige aktuelle Bedingungen lässt sich z.B. über die dem Fachmann bekannten Raoultischen Gesetze, auf die deshalb hier nicht näher einzugehen ist, der Flammpunkt errechnen, der sodann in die Regelung des Prozesses eingeht.

[0041] Hierdurch lässt sich der notwendige Unterdruck bei bekannter Separierungstemperatur für ein Stoffgemisch exakt bestimmen und mittels Regelungseinrichtung im Betrieb anfahren und einhalten, um eine explosionsfähige Atmosphäre zu vermeiden.

[0042] Die Separatoranordnung 1 weist einen Separator mit vertikaler Drehachse D auf, der eine drehbare Trommel 2 enthält, die auf eine drehbare Antriebsspindel 3 aufgesetzt ist.

[0043] Die Produktzuleitung des im kontinuierlichen Betrieb verarbeitbaren bzw. zu verarbeitenden und brennbare Gase entwickelnden Produktes P erfolgt vorzugsweise von oben durch ein Zuleitungsrohr 4 (hier nicht detailliert dargestellt).

[0044] Dieser Aufbau wird bevorzugt. Es ist aber auch eine hängende Trommel mit einem Antrieb oberhalb der Trommel realisierbar. Auch die Zuleitung des Produktes durch die Spindel ist denkbar.

[0045] Die Trommel 2 ist hier dazu ausgelegt, das zu verarbeitende Produkt P in wenigstens eine Flüssigkeitsphase L oder mehrere Flüssigkeitsphasen sowie eine Feststoffphase S zu trennen. Sie weist hier wie die Trommel der EP 1 119 416 B1 bzw. das in der Praxis eingesetzte Pendant im Inneren vorzugsweise einen Trenntellerstapel aus Trenntellern auf (hier nicht zu erkennen).

[0046] Die Flüssigkeitsphasen L werden über Flüssigkeitsauslässe, insbesondere Schältscheiben nach Art einer Zentripetalpumpe, aus der Trommel 2 abgeleitet. Die Ableitung der Feststoffphase S erfolgt dagegen entweder diskontinuierlich an diskontinuierlich verschließbaren Feststoffaustragsöffnungen 5 im Trommelmantel oder kontinuierlich durch Düsen im Trommelmantel.

[0047] Vorteilhaft erscheint der Einsatz insbesondere eines flüssigkeitsgesteuerten Kolbenschiebers.

[0048] Die Trommel 2 ist in einen gegen die Umgebung abgedichtet ausgebildeten Haubenraum 6 eingesetzt.

[0049] Dieser Haubenraum 6 wird hier von einer Haube 7, die an einem Fundament - hier einem Maschinengestell 8 - festgelegt ist, einer Abdeckung 9 unterhalb der Trommel, die an der Haube 7 festgelegt ist sowie einem Spindelgehäuse 10 begrenzt, welches von der Antriebsspindel 3 durchsetzt ist, festgelegt.

[0050] Dabei sind vorzugsweise zwischen aneinander grenzende Elemente wie zwischen die Haube 7 und das Maschinengestell 8 sowie zwischen die Abdeckung 9 und die Haube 7 sowie zwischen die Abdeckung 9 und das Spindelgehäuse 10 und zwischen dem Spindelgehäuse (fest) und die Antriebsspindel 3 (die sich im Betrieb dreht) geeignete Dichtungen angeordnet, um eine abgedichtete Bauweise zu realisieren.

[0051] In der Haube 7 ist ferner ein Feststofffänger 11 ausgebildet, welcher dazu dient, aus der Trommel austrende Feststoffe aus dem Haubenraum durch eine Feststoffableitung 12 abzuleiten.

[0052] An den Haubenraum 6 ist ferner an einem Unterdruckanschluss 13 eine Pumpe 14a (oder eine sonstige Einrichtung zum Senken des Druckes in dem Haubenraum 6 gegenüber der Umgebung) angeschlossen, mit welcher in dem Haubenraum 6 ein Unterdruck gegenüber der Umgebung U außerhalb des Haubenraumes 6 erzeugbar ist.

[0053] Vorzugsweise ist dieser Unterdruckanschluss 13 an einer Stelle ausgebildet, welche relativ zur Drehachse D auf einem relativ großen Radius R_p liegt, insbesondere auf einem Radius, der gleich oder größer ist als der größte Radius R_T der Trommel 2.

[0054] Durch den Betrieb bei Unterdruck, insbesondere bei einem Unterdruck, der vorzugsweise mehr als 0,9 bar niedriger ist als der Umgebungsdruck in der Umgebung U, kann ungefährlich das brennbare Gase entwickelnde Produkt verarbeitet werden.

[0055] Vorzugsweise werden dabei zumindest der Haubenraum 6, in welchem die Trommel 2 angeordnet ist und optional und bevorzugt auch ein Antriebsraum 15, in welchem eine oder mehrere Komponenten eines Separatorantriebs 16 angeordnet sind, so abgedichtet ausgelegt, dass in ihm wiederum mit wenigstens einer weiteren Pumpe 14b oder ebenfalls mit der Pumpe 14a ein Unterdruck, insbesondere ein Unterdruck von mehr als 0,2 bar, gegenüber dem Umgebungsdruck in der Umgebung U erzeugt werden kann bzw. im Betrieb erzeugt wird, der so bemessen ist, dass die Explosionsgefahr vernachlässigbar ist.

[0056] Der Antriebsraum 15 wird hier einer Antriebsumhausung 17 begrenzt, die entsprechend der Aufgabe, in dem Antriebsraum 15 einen Unterdruck gegenüber der Umgebung U zu erzeugen, wiederum in entsprechend abgedichteter Bauart ausgeführt ist. Dazu sind nach Fig. 1 zwischen Elementen der Antriebsumhausung 17 wiederum geeignete Dichtungen 18 ausgebildet.

[0057] Hier wird der Antriebsraum 15 von dem Maschinengestell 8, sowie Verschlussplatten 19 umgrenzt, die Öffnungen des Maschinengestells verschließen. Nach oben hin wird er von der Abdeckung 9 unterhalb der Trommel 2 und dem ein- oder mehrteiligen Spindelgehäuse 10 begrenzt.

[0058] Die Pumpe 14b ist an einen Unterdruckanschluss 20 des Antriebsraumes 15 anschließbar.

[0059] Im Antriebsraum 15 sind eines oder mehrere oder sogar sämtliche Elemente des Separatorantriebs 16 untergebracht. Lediglich die Antriebsspindel 3 ragt nach Fig. 1 aus dem Antriebsraum heraus mit ihrem oberen Ende in den Haubenraum.

[0060] Vorzugsweise ist die Spindellagerung ganz oder teilweise - hier sowohl ein Halslager 21 a als auch ein Fußlager 21 b - im Unterdruckbereich angeordnet. Es ist aber auch denkbar, dass eines (insbesondere das Halslager 21 a) oder beide Lager 21 a, b nicht zu diesem Unterdruckbereich gehören.

[0061] Das Spindelgehäuse 10 liegt in einem Flanschbereich an elastischen Elementen 40 abgestützt auf dem Maschinengestell 8 auf.

[0062] Ebenfalls bevorzugt im Unterdruckbereich angeordnet ist der Antriebsmotor 22 angeordnet, der hier direkt in axialer Verlängerung der Antriebsspindel 3 ausgebildet ist, so dass ein sogenannter Direktantrieb für die Trommel 2 gebildet wird.

[0063] Der Rotor 22a ist hier direkt an der Antriebsspindel 3 befestigt und der Stator 22b ist in einem Motorgehäuse 23, welches wiederum an der von dem Haubenraum 6 abgewandten Seite des Maschinengestells 8 befestigt ist. Gerade ein solcher Direktantrieb ist bevorzugt im Antriebsraum unterbringbar, wobei der elektrische Antriebsmotor 22 aber auch zwischen den Lagern 21 a, b angeordnet sein könnte (letzte Variante hier nicht dargestellt). Es ist ferner auch denkbar, den Antriebsmotor im Unterdruckbereich des Antriebsraums 15 unterzubringen, der über eine Kupplung mit der Antriebsspindel 3 verbunden ist (hier ebenfalls nicht dargestellt). Denkbar ist ferner der Einsatz eines druckfest gekapselten Motors. In diesem Fall kann es genügen, nur den Haubenraum einen Unterdruck zu erzeugen.

[0064] Im Antriebsraum 15 ist zudem ein Schmierungssystem 24 angeordnet, welches zur Schmierung der Spindellagerung 21 und/oder zur Schmierung von Komponenten am Motor dient.

[0065] Das Schmierungssystem weist hier einen Schmiermittelkreislauf auf, welcher die Elemente Ölbehälter 25, Pumpe 26, Zuleitung 27a, b zu der Spindellagerung 21, Ölauffangbehälter 28, der drehfest mit der Spindel verbunden ist und in dem sich im Betrieb aufgrund der topfartigen Gestaltung auf einem Radius ein Ölpegel ausbildet, ein Schälorgan 29, welches das Öl im Auffangbehälter ableitet, sowie eine Rückleitung 27c, d in den Ölbehälter 25 aufweist. Hier sind all diese Elemente des Schmierungssystems vorteilhaft und kompakt in dem Unterdruckbereich, d.h. im Antriebsraum, untergebracht. Ein ggf. vorhandener Pumpenmotor wird in diesem Fall ebenfalls als druckfest gekapselter Motor ausgeführt. (wenn nur der Haubenraum mit Unterdruck betrieben wird) Der Antriebsraum kann in diesem Fall zur Umgebung hin geöffnet werden.

[0066] In den Antriebsraum münden hier ferner Ab- und Zuleitungen 30, 31, 32, 33 von einem oder mehreren Kühlmittelkreisläufen, hier einmal für den Motor 22 sowie einmal für das Schmierungssystem 24.

[0067] Im Maschinengestell sind ferner eine oder mehrere Durchgangsöffnungen 34, 35, 36, 37 ausgebildet, welche dafür sorgen, dass innerhalb des Antriebsraums 15 möglichst keine Druckgradienten entstehen.

[0068] Da im Antriebsraum 15 relativ zur Umgebung ebenfalls ein Unterdruck erzeugt wird, kann hier auch die Explosionsgefahr verringert werden. Es wird zudem an sich drehenden Teilen im Antriebsraum eine Energieersparnis im Betrieb erreicht werden.

[0069] Zu erwähnen ist noch, dass der gesamte Separator bzw. das Maschinengestell an elastischen Fußelementen 38 auf einem Fundamt 39 abgestützt ist.

[0070] Nach Fig. 2 sind der Haubenraum 6 und der Antriebsraum 15 nicht gegeneinander abgedichtet. Hier wird das beispielhaft und einfach dadurch erreicht, dass die Abdeckung 9 unterhalb der Trommel 2 nicht radial innen zum Spindelgehäuse 10 abgedichtet ist sondern dass zwischen diesen Elementen ein Spalt 42 ausgebildet ist, der für einen Druckausgleich zwischen dem Haubenraum 6 und dem Antriebsraum 15 sorgt. Hierbei wird keine Abdichtung, z.B. keine Gleitringdichtung benötigt.

[0071] Derart kann ggf. sogar mit nur einer einzigen Pumpe 14a der Unterdruck in beiden Räumen 6, 15 gleichzeitig erzeugt werden. Es können aber auch mehrere Pumpen vorgesehen sein.

[0072] Insgesamt ist auch nach Fig. 2 sowohl der Bereich innerhalb der Haube 7 mitsamt dem Antriebsraum 15 mit einer oder mehreren insbesondere auch drehbare Antriebskomponenten enthaltend, gegenüber der Umgebung U der Haube 7 so abgedichtet, das es möglich ist, diesen Bereich mit einer Pumpe 14a, b, die Luft/Gas aus dem Bereich zwischen der Haube 7 und der Trommel 2 und/oder dem Antriebsraum 15 pumpen kann, unter Unterdruck relativ zur Umgebung U zu setzen.

[0073] Die gesamte Energieversorgung des Motors und die Ölversorgung des Antriebes (Motors) erfolgt auch nach Fig. 2 im geschlossenen Antriebsraum 15.

[0074] Nach Fig. 3 ist dagegen keine Umlaufschmierung bzw. kein Schmiermittelkreislauf innerhalb des Antriebsraumes 15 angeordnet. Die Schmierölzu- und Abfuhr erfolgt in diesem Fall über ein extern (außerhalb des Antriebsraumes) installiertes Schmierölaggregat (hier nicht dargestellt).

[0075] Sämtliche Separatoranordnung der Fig. 1 bis 3 werden auch höchsten Energieeinsparungsanforderungen gerecht.

[0076] Als besonders vorteilhaft ist nochmals zu betonen, dass in Fig. 1 - 3 jeweils die Pumpe 14a zur Erzeugung des Unterstrucks durch Absaugung auf großem, insbesondere größtem Radius/Durchmesser der Haube 7 angeordnet ist.

[0077] Insbesondere erfolgt die Absaugung an einem Radius der Haube 7, der bezogen auf die Drehachse auf einem Radius liegt, der größer ist als 80%, insbesondere mehr als 100%, des größten Trommelradius. Vorteilhaft wirkt sich dabei insbesondere die Unterstützung durch die Trommel-Differenzdruckwirkung aus.

[0078] Denkbar ist auch/alternativ ein Unterdruckanschluss an einem (hier nicht dargestellten) Feststoffbehälter, der der Ableitung 12 nachgeschaltet ist.

[0079] Ebenfalls vorteilhaft ist ein oder ein weiterer Unterdruckanschluss im SteuerwasserAblaufbereich unterhalb der Trommel (hier nicht dargestellt).

[0080] Ebenfalls vorteilhaft und baulich einfach wäre ein oder ein weiterer Unterdruckanschluss durch die Spindel 3 in den Antriebsraum 15 (z.B. eine Bohrung bei Maschinen mit externem Ölaggregat).

[0081] Weiter vorteilhaft ist eine abgedichtete/isolierte Ausgestaltung der Schältscheiben mittels einer Tauchscheibe. Weiter vorteilhaft ist ein Einsatz einer hermetischen Greifer / Pumpenkombination (nicht dargestellt).

[0082] Besonders vorteilhaft ist ein Einsatz eines fluid-, insbesondere öl- oder wasssergeköhlten Motors, da durch den Unterdruck im Antriebsraum die Köhlwirkung durch Luft verringert wird.

[0083] Die Separatoranordnung nach Art der Fig. 1 wird einerseits Energieeinsparungsanforderungen gerecht. Zudem wird bei der Verarbeitung brennbarer Produkte durch eine Verringerung des Sauerstoffgehaltes in der Haube und/oder im Antriebsraum verhindert, dass eine Explosion erfolgt oder dass eine Explosion ausgelöst wird, die ein schädigendes oder gefährdendes Maß annimmt.

[0084] Vorteilhaft ist auch, das in Fig. 1 die Pumpe (14a) zur Erzeugung des Unterstrucks durch Absaugung auf großem, insbesondere größtem Durchmesser der Haube ausgelegt ist. Insbesondere erfolgt die Absaugung an einem Durchmesser der Haube, der bezogen auf die Drehachse auf einem größeren Radius liegt als der größte Trommelradius. Vorteilhaft wirkt sich dabei insbesondere die Unterstützung durch die Trommel-Differenzdruckwirkung aus.

[0085] Ebenfalls vorteilhaft ist ein oder ein weiterer Unterdruckanschluss an der Pumpe 14b im Antriebsraum oder auf einem (hier nicht dargestellten Feststoffbehälter im Zentrum mit einem "Verlängerungsrohr" großen Durchmessers zur "Sauberhaltung des Unterdruckanschlusses).

[0086] Ebenfalls vorteilhaft ist ein oder ein weiterer Unterdruckanschluss an der Pumpe 14b im Antriebsraum oder auf einem Anschluss im Steuerwasser-Ablaufbereich unterhalb der Trommel (ebenfalls nicht dargestellt).

[0087] Anzumerken ist schließlich noch, dass nicht alle Produkte erzeugen einen gleich hohen Explosionsdruck erzeugen. Dies kann bei der Bestimmung und Einstellung des Unterdruckes genutzt werden. Der oder die unter Unterdruck zu setzenden Separatorenäume - insbesondere der Haubenraum und/oder der Antriebsraum - sind so ausgelegt, dass sie einen bestimmten Überdruck kurzzeitig aufnehmen können bzw. vertragen. Z.B. kann dieser Überdruck 0,5 bar, insbesondere 1 bar betragen. Das Niveau des Unterdruckes kann dann so gewählt und gesteuert werden, dass er 0,5 bar, insbesondere 1 bar minus den stoffspezifischen Explosionsdruck nicht übersteigt. Die obere Grenze als nicht schädlicher Druck des Anspruchs 1 für die Struktur eines Separators, der nicht als Druckgerät ausgelegt ist, würde entsprechend definiert, z.B. als 0,5 bar oder 1 bar Überdruck, je nach Auslegung der Separierräume. Der maximale auftretende Explosionsdrucks eines explosionsfähigen Gemisches kann - insbesondere in Abhängigkeit von der Temperatur und dem Druck - im Versuch bestimmt oder berechnet oder ggf. in Tabellen nachgeschlagen werden. Alternativ zu einer Festlegung des Unterdruckes, z. B. 0,1 oder 0,05 bar, kann dann der Mindest-Unterdruck entsprechend den Eigenschaften des zu verarbeitenden Separierproduktes wie vorstehend erläutert festgelegt werden.

Bezugszeichen

[0088]

Drehachse

D

EP 2 772 310 A2

	Flüssigkeitsphasen	L, L1, L2
	Umgebung	U
5	Radius	Rp, RT
	Separatoranordnung	1
	Trommel	2
10	Antriebsspindel	3
	Produkt	P
15	Zuleitungsrohr	4
	Feststoffaustragsöffnungen	5
	Haubenraum	6
20	Haube	7
	Maschinengestell	8
25	Abdeckung	9
	Spindelgehäuse	10
	Feststofffänger	11
30	Ableitung	12
	Anschluss	13
35	Pumpe	14a, b
	Antriebsraum	15
	Separatorantrieb	16
40	Antriebsumhausung	17
	Dichtungen	18
45	Verschlussplatten	19
	Anschluss	20
	Halslager	21a
50	Fußlager	21b
	Antriebsmotor	22
55	Rotor	22a
	Stator	22b

	Schmierungssystem	24
	Ölbehälter	25
5	Pumpe	26
	Zuleitung	27
	Ölauffangbehälter	28
10	Schälorgan	29
	Ab- und Zuleitungen	30, 31, 32, 33
15	Durchgangsöffnungen	34, 35, 36, 37
	Fußelemente	38
	Fundamt	39
20	Elastische Elemente	40
	Spalt	42

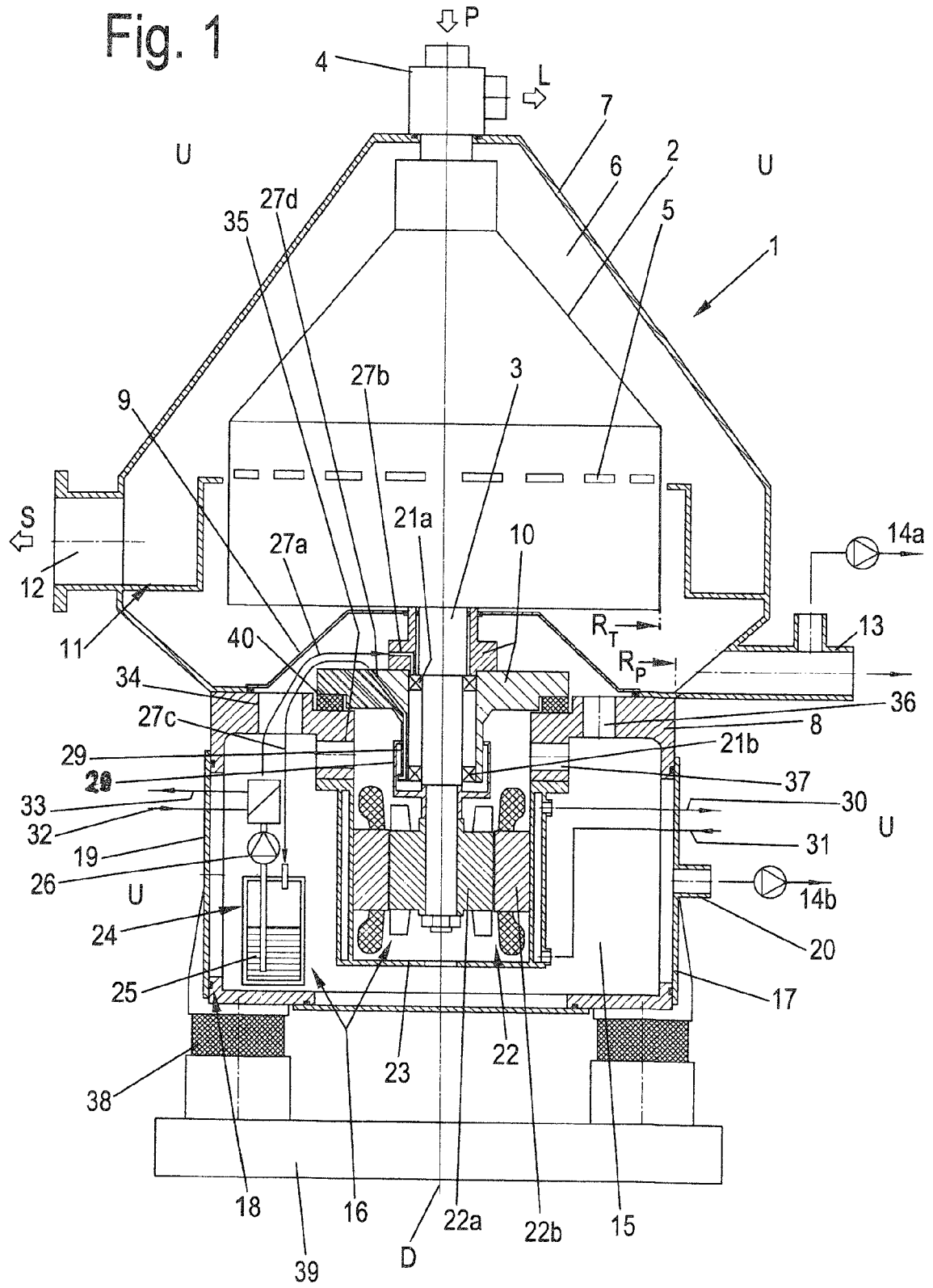
25

Patentansprüche

- 30 1. Verfahren zur Verarbeitung eines brennbaren und bei der Verarbeitung explosionsfähige Gase entwickelnden Produktes, insbesondere eines Stoffgemisches, im kontinuierlichen Betrieb mit einer Separatoranordnung, wobei die Separatoranordnung zumindest folgendes aufweist: eine in einem Haubenraum (6) angeordnete drehbare Trommel (1) mit vertikaler Drehachse (D), die auf eine drehbare Antriebsspindel (3) aufgesetzt ist, und einen Antriebsraum (15), der eine, mehrere oder sämtliche Komponenten eines Separatorantriebs (23) enthält, **dadurch gekennzeichnet, dass** während der Verarbeitung in einem oder beiden Bereichen Haubenraum und Antriebsraum ein Unterdruck erzeugt wird, der so niedrig ist, dass im Betrieb keine oder nur eine die Separatoranordnung nicht schädigende funkeneregte Zündung der noch vorhandenen Restgase möglich ist.
- 40 2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Haubenraum ein Unterdruck erzeugt wird, der so niedrig ist, dass für das zu verarbeitende Produkt bei dem durch Unterdruck erzeugten Luftdruck die zu erwartende Explosionsgrenze in Luft unterschritten wird.
- 45 3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Explosionsgrenze als Führungsgröße für eine Regelung des Unterdrucks verwendet wird.
- 50 4. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Produkt mit der Separatoranordnung von Feststoffen geklärt wird.
- 55 5. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Produkt mit der Separatoranordnung in wenigstens zwei Flüssigkeitsphasen verschiedener Dichte getrennt wird.
6. Verfahren nach einem der vorstehenden, **dadurch gekennzeichnet, dass** in dem die Trommel umgebenden Haubenraum und ggf. Antriebsraum ein Druck von 0,1 bar oder weniger als 0,1 bar erzeugt wird.
7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Druck von weniger als 50 mbar erzeugt wird.
8. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Antriebsraum (15) in abgedichtete Bauweise des Antriebsraumes (15) ausgeführt ist und dass während des Betriebs auch ein Unterdruck im Antriebsraum erzeugt wird.

9. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Unterdruck mit wenigstens eine Unterdruck erzeugende Einrichtung, insbesondere einer Pumpe (14a, b, c ..) zur Erzeugung von Unterdruck im angedichteten Antriebsraum (15) gegenüber der Umgebung (U) außerhalb des Antriebsraums (15) erzeugt wird.
- 5 10. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Haubenraum (6) und der Antriebsraum (17) relativ zueinander abgedichtet sind und dass in ihnen im Betrieb ein unterschiedlicher Druck, insbesondere ein unterschiedlicher Druck erzeugt wird.
- 10 11. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen dem Haubenraum (6) und dem Antriebsraum (15) miteinander wenigstens eine Verbindung ausgebildet ist, so dass im Betrieb eine Druckausgleich zwischen diesen Räumen (6, 15) realisiert wird.
- 15 12. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Unterdruck im Haubenraum (6) während des Betriebs verändert wird.
- 20 13. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** in dem Haubenraum und dem Antriebsraum jeweils ein Unterdruck erzeugt wird und dass der Unterdruck in dem Haubenraum und dem Antriebsraum jedenfalls zeitweise oder dauerhaft während des zentrifugalen Klärens und/oder Trennens im Betrieb verschieden ist.
- 25 14. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Unterdruck im Haubenraum und ggf. Antriebsraum während des Betriebs in Abhängigkeit von dem aktuellen oder zu erwartenden Betriebszustand verändert wird.
- 30 15. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Druck im Haubenraum vor Feststoff-Entleerungen erhöht wird.
- 35 16. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Druck im Haubenraum und ggf. im Antriebsraum bereits vor einem Verarbeiten des Produktes auf den zu erreichenden Unterdruck gesenkt wird.
- 40 17. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der evakuierende Bereich zunächst oder in einem Fehlerfall, insbesondere bei einer unvorhergesehenen Druckerhöhung im zu evakuierenden Bereich, mit einem Inertgas befüllt wird und dass sodann der Unterdruck erzeugt wird um die Explosionsgefahr zu verringern.
- 45 18. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Flammpunkt errechnet wird und dass hierdurch lässt sich der notwendige Unterdruck bei bekannter Separierungstemperatur für ein Produkt, insbesondere ein Stoffgemisch, bestimmt wird, der mittels Regelungseinrichtung im Betrieb angefahren und eingehalten wird, um eine explosionsfähige Atmosphäre zu vermeiden.
- 50 19. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** während des zentrifugalen Trennens und/oder Klärens der Haubenraum (6) mit einem Inertgas befüllt wird und dass im Antriebsraum (15) ein Unterdruck erzeugt wird.
- 55 20. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Sperrkammer insbesondere mit zwei axial zueinander beabstandeten Dichtringanordnungen und einer dazwischen ausgebildeten Kammer zwischen dem Antriebsraum und dem Haubenraum ausgebildet ist, die im Betrieb vorzugsweise mit einem Fluid wie einem Inertgas befüllt wird.
21. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein druckfest gekapselter Antriebsmotor verwendet wird.

Fig. 1



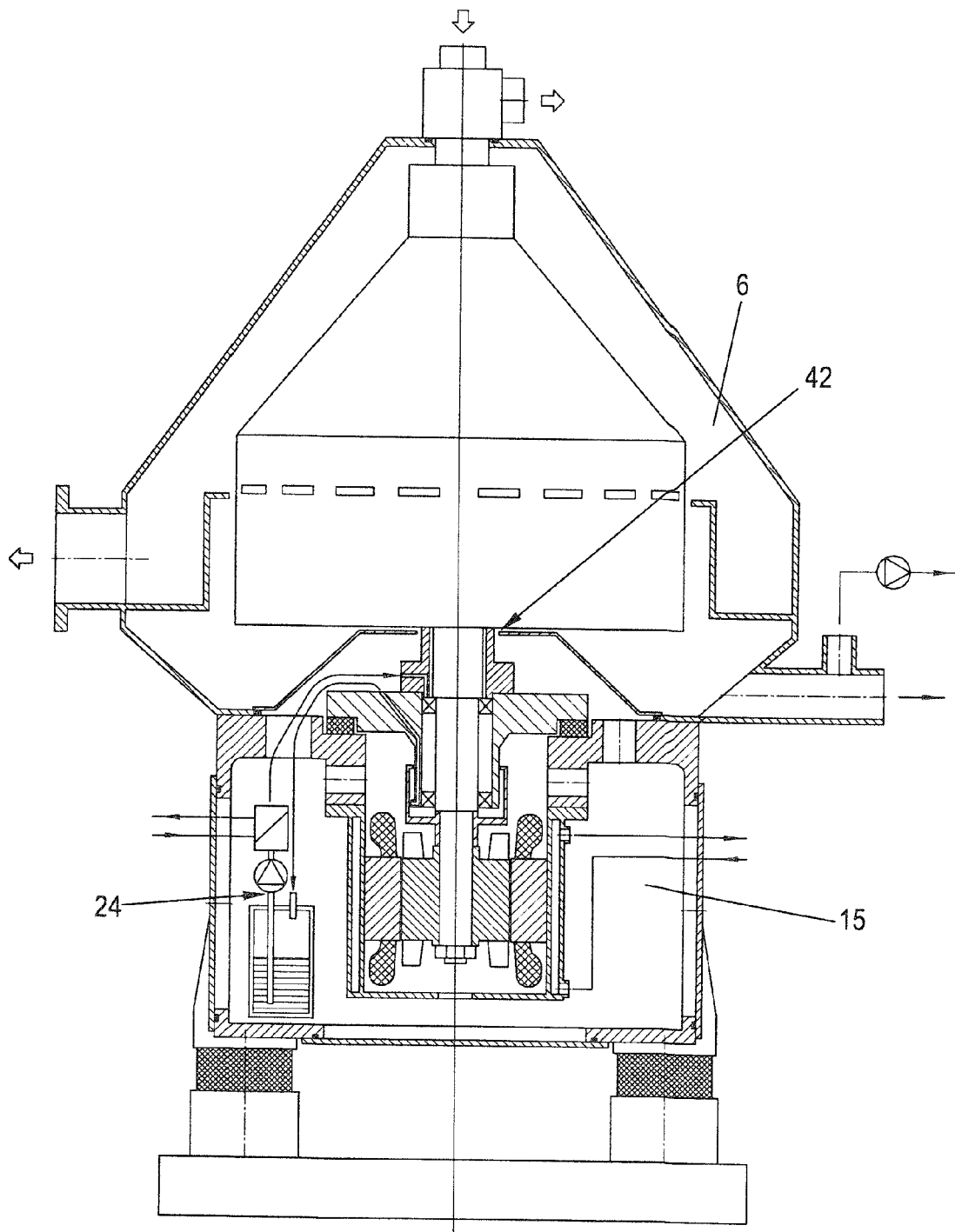


Fig. 2

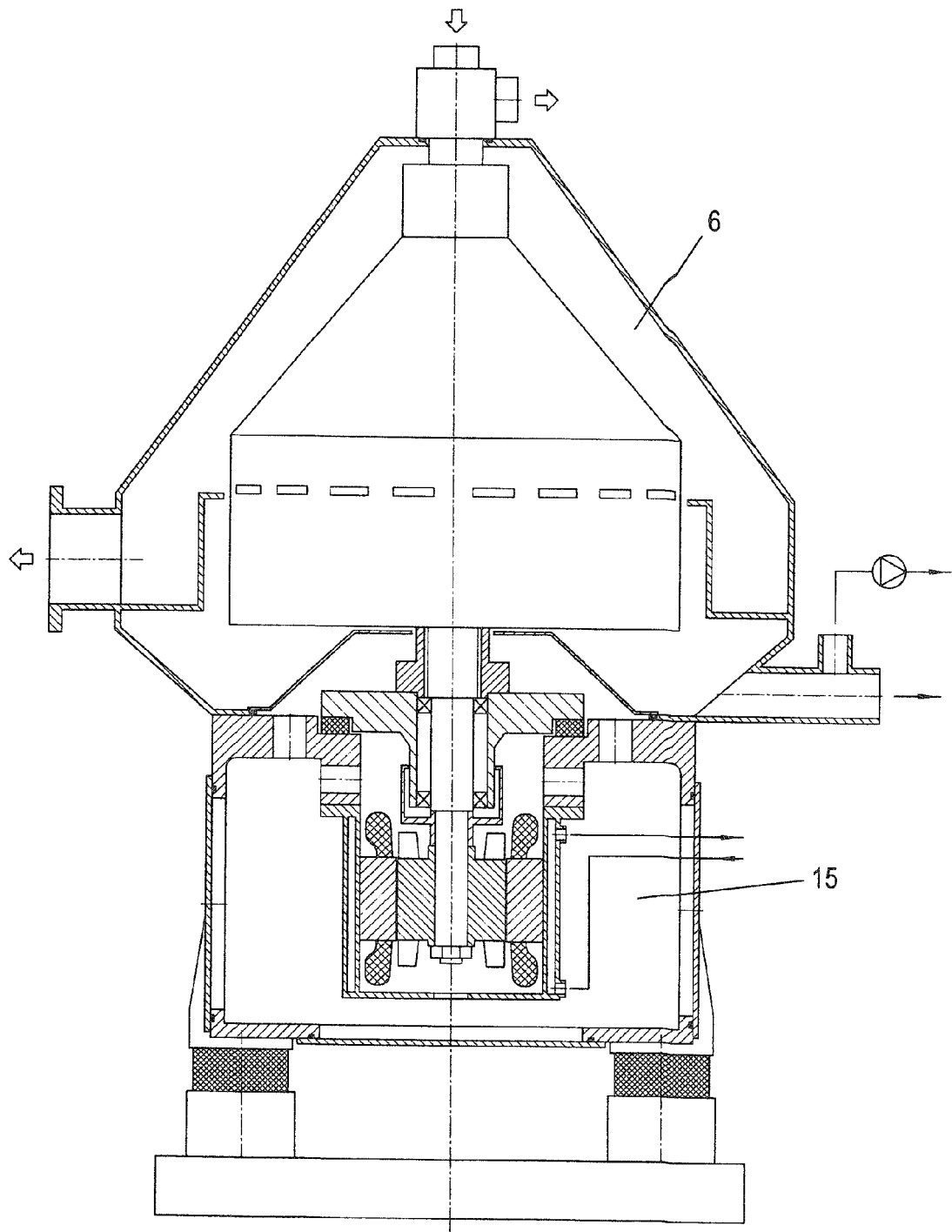


Fig. 3

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

- EP 1119416 B1 [0013] [0045]
- DE 19922237 [0025]