(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
16. Februar 2023 (16.02.2023)

WIPO | PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2023/016793 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
B04B 1/08 (2006.01) *B04B 11/08* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2022/070874

(22) Internationales Anmeldedatum:
26. Juli 2022 (26.07.2022)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2021 120 611.1
09. August 2021 (09.08.2021) DE

(71) Anmelder: **GEA WESTFALIA SEPARATOR GROUP GMBH** [DE/DE]; Werner-Habig-Str. 1, 59302 Oelde (DE).

(72) Erfinder: **HUNDERTMARK, Tim**; Adele-Bartsch-Str. 35, 33334 Gütersloh (DE). **STRÖFER, Björn**; Herzfelder Str. 30a, 59269 Beckum (DE). **HERBERG, Wolf-Dietrich**; Durchholzer Str. 168, 58456 Witten (DE).

(74) Anwalt: **SPECHT, Peter** et al.; Loesenbeck - Specht - Dantz, Am Zwinger 2, 33602 Bielefeld (DE).

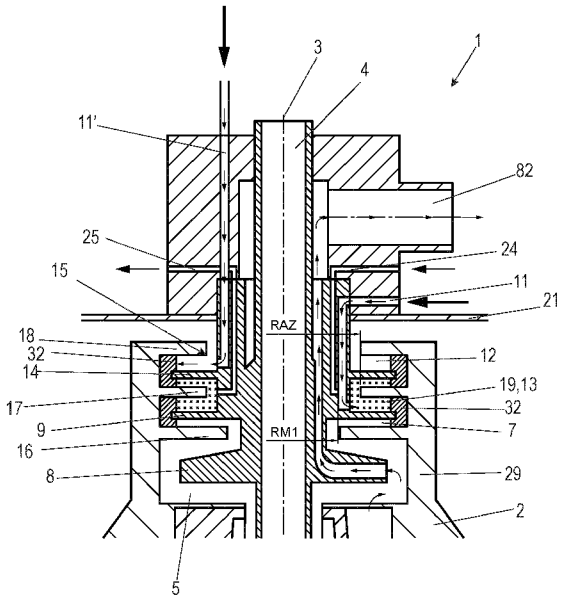
(81) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart)*: AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST,

WO 2023/016793 A1

(54) **Title:** CENTRIFUGE, AND METHOD FOR OPERATING SAID CENTRIFUGE

(54) **Bezeichnung:** ZENTRIFUGE SOWIE VERFAHREN ZUM BETRIEB DIESER ZENTRIFUGE

Fig. 4



(57) **Abstract:** The invention relates to a centrifuge (1) for separating or clarifying a flowable product or a flowable suspension into at least two phases in a centrifugal field in continuous operation, the centrifuge (1) comprising a rotatably mounted drum (2), which can be driven by means of a drive motor and which has a drum shell made of metal and a vertical axis of rotation (3), the drum (2) having: - a feed tube (4), - at least one paring chamber (5) with a paring disk (8) for leading away clarified or separated liquid, and preferably - a solids discharge. The centrifuge is characterized in that the drum (2) has, above the paring chamber (5), at least two sealing chambers (7, 12), which lie one axially above the other and which each have a sealing disk (9, 14) protruding into the sealing chamber (7, 12) in question, and wherein at least one supply channel (11, 11') for supplying a sealing medium (32) to one of the sealing chambers (7, 12) is provided or, for each sealing chamber, at least one supply channel (11, 11') for supplying a sealing medium to the sealing chamber (7, 12) in question is provided.

(57) **Zusammenfassung:** Eine Zentrifuge (1) zur Trennung oder Klärung eines fließfähigen Produkts oder einer fließfähigen Suspension in wenigstens zwei Phasen in einem Zentrifugalfeld in einem kontinuierlichen Betrieb, wobei die Zentrifuge (1) eine mittels eines Antriebsmotors antreibbare, drehbar gelagerte Trommel (2) mit einem Trommelmantel aus Metall sowie mit vertikaler Drehachse (3) aufweist, wobei die Trommel (2) ein Zulaufrohr (4) und mindestens eine Greiferkammer (5) mit einem Greifer (8) zum Ableiten von geklärter oder abgetrennter Flüssigkeit sowie vorzugsweise einen Feststoffaustrag aufweist,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart)*: ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*

zeichnet sich dadurch aus, dass die Trommel (2) oberhalb der Greiferkammer (5) wenigsten zwei axial übereinander liegende Sperrkammern (7, 12) mit jeweils einer in die jeweilige Sperrkammer (7, 12) hineinragende Sperrscheibe (9, 14) aufweist und wobei wenigstens ein Zuleitungskanal (11, 11') zur Zuleitung eines Sperrmediums (32) in eine der Sperrkammern (7, 12) oder wenigstens jeweils ein Zuleitungskanal (11, 11') zur Zuleitung eines Sperrmediums in die jeweilige Sperrkammer (7, 12) vorgesehen ist.

Zentrifuge sowie Verfahren zum Betrieb dieser Zentrifuge

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Zentrifuge nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie einem Verfahren zum Betrieb dieser Zentrifuge nach Anspruch 13.

Zentrifugen -insbesondere Separatoren- die Produkte verarbeiten, die bei Kontakt mit Sauerstoff ihre Produkteigenschaften verändern, müssen gegen eine sauerstoffhaltige Atmosphäre abgedichtet werden. Die Abdichtung erlaubt zudem die im Produkt gelösten Gase vollständig im Produkt zu halten, wie dies z.B. bei einer zentrifugalen Klärung von Bier wünschenswert ist.

Vielfach wird in solchen Zentrifugen eine oder mehrere Flüssigphasen durch einen Auslass abgezogen, in dem ein sogenannter stillstehender Greifer angeordnet ist. Der Greifer -auch Schälscheibe genannt- arbeitet dabei nach dem Prinzip einer Zentripetalpumpe.

In der Trommel einer solchen Zentrifuge befindet sich im Kopf eine sogenannte Sperrscheibe, welche von einer rotierenden Kammer umgeben ist. Die Kammer wird mit einer Sperrflüssigkeit gefüllt, in welche die Sperrscheibe eintaucht und somit einen siphonartigen Verschluss bildet. Dieser dichtet somit den Greifer- und Trommelraum ab, so dass kein Kontakt zur umgebenen Atmosphäre besteht. Eine solche Konstruktion ist aus der DE 196 31 226 A1 bekannt. Dennoch wird bei dieser einfachen Abdichtung nach wie vor eine gewisse Sauerstoffaufnahme festgestellt, da ein Teil des Sauerstoffs durch die Sperrflüssigkeit hindurchdiffundiert. Dieser Effekt tritt auch bei entgastem Wasser auf. Aus diesem Grund ist bei aktuellen Zentrifugen eine zusätzliche Verdrängung der Sauerstoffatmosphäre oberhalb der rotierenden Sperr- oder Hermetikkammer durch Inertisierungsgase, wie z.B. CO_2 notwendig.

Ferner sind sogenannte vollhermetische Zentrifugen bekannt, bei denen der Rotor mit Wellen- und Gleitringdichtungen gegen die Atmosphäre abdichtet ist. Zusätzlich wird der Bereich der Dichtungsstellen mit einem Überdruck beaufschlagt, so dass kein Sauerstoff von außen eindringen kann, wie dies z.B. in der US 3 126 338 beschreiben ist. Diese Dichtungssysteme sind recht teuer, wartungsintensiv und empfindlich z.B. gegenüber Unwuchten und Entleerungsimpulse. Ein Verlust der Dichtung führt zum unerwünschten Eintrag von Sauerstoff in das rotierende System der Zentrifuge.

Ausgehend von dem vorbeschriebenen Stand der Technik ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Zentrifuge sowie ein Verfahren zum Betrieb dieser Zentrifuge

bereitzustellen, die ein verbessertes Abdichten des Produktes in der Trommel gegenüber der sauerstoffreichen Umgebung aufweist.

Die vorliegende Erfindung löst die Aufgabe durch eine Zentrifuge mit den Merkmalen des Anspruches 1. Danach wird eine Zentrifuge zur Trennung oder Klärung eines fließfähigen Produkts oder einer fließfähigen Suspension in wenigstens zwei Phasen in einem Zentrifugalfeld in einem kontinuierlichen Betrieb geschaffen, wobei die Zentrifuge eine mittels eines Antriebsmotors drehbar gelagerte Trommel mit einem Trommelmantel aus Metall mit vertikaler Drehachse aufweist, wobei die Trommel ferner ein Zulaufrohr und mindestens eine Greiferkammer mit einem Greifer zum Ableiten von geklärter oder abgetrennter Flüssigkeit sowie vorzugsweise einen Feststoffaustrag aufweist und wobei die Trommel oberhalb der Greiferkammer wenigsten zwei axial übereinander liegende Sperrkammern mit jeweils einer in die jeweilige Sperrkammer hineinragende Sperrscheibe aufweist und wobei wenigstens ein Zuleitungskanal zur Zuleitung eines Sperrmediums in eine der Sperrkammern oder wenigstens jeweils ein Zuleitungskanal zur Zuleitung eines Sperrmediums in die jeweilige Sperrkammer vorgesehen ist.

Derart wird eine sehr gut quasi doppelt „hydrohermetisch“ abgesperrte Trommel geschaffen.

Die erfindungsgemäße Zentrifuge ist robuster als eine Zentrifuge im vollhermetischen Design, da keine verschleißanfällige Gleitringdichtungen vorhanden sind.

Nach einer besonders bevorzugten Variante ist vorgesehen, dass eine Leitung insbesondere zur Zuleitung eines Gases in einen Ringraum um eine sich von dem Trommelmantel radial nach innen erstreckende Ringzwischenwand zwischen den beiden Sperrkammern oder zum Evakuieren eines Gases aus dem Ringraum vorgesehen ist.
Es kann dann nach einer Variante weiter bevorzugt vorgesehen sein, dass eine Ableitung zur Ableitung von Gas aus dem Ringraum vorgesehen ist.

Bevorzugt wird ein Sperrgas, welches schwerer als Luft ist, in einem Ringraum zwischen den beiden Sperrscheiben eingeleitet. Es befindet sich dann im Betrieb der Zentrifuge das Sperrgas, welches vorzugsweise schwerer als Luft ist, in dem Ringraum zwischen den beiden Sperrscheiben.

Dadurch wird eine Zentrifuge geschaffen, die eine besonders verbesserte Sperre bzw. Abdichtung des Produktes in der Trommel gegenüber der in der Regel sauerstoffreichen Umgebung (im Haubenraum) aufweist. Gerade das in dem Ringraum

zwischen den Sperrkammern gehaltene Sperrgasvolumen trägt zu dieser nochmals optimierten Abdichtung bei.

Eine erfindungsgemäße Zentrifuge eignet sich insbesondere bevorzugt für alle zentrifugalen Bearbeitungen, in welchen ein weitestgehender Ausschluss von Sauerstoff zur Vermeidung von unerwünschten Oxidationsprozessen von Vorteil ist.

Dies ist bei der Verarbeitung von Getränken, z.B. für Fruchtsäfte oder Bier der Fall. Beispielsweise reagiert Vitamin C von Zitrusfrüchten oder von anderem Obst und Gemüse, mit Sauerstoff. Auch andere Naturprodukte werden oxidiert und verändern dadurch ihre Farbe und Geschmack.

In einer besonders bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die erste Sperrkammer radial unten von einer unteren Ringwand von einer Greiferkammer abgegrenzt ist, in die ein Greifer eingesetzt ist. Dadurch wird eine Hydrohermetisierung der Trommel an einer sinnvollen Position möglich. Ferner kann eine Wandung der Greiferkammer bauraumsparend auch als Wandung für die Sperrkammer verwendet werden.

In einer weiteren besonders bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die erste Sperrkammer durch eine Zwischenwand von der zweiten Sperrkammer abgegrenzt ist. Dadurch ergibt sich eine bauraumsparende Anordnung der zweiten Sperrkammer radial oberhalb der ersten Sperrkammer.
Weiterhin kann in einer anderen besonders bevorzugten Ausführungsoption der Erfindung vorgesehen sein, dass die Zentrifuge wenigstens einen Zuleitungskanal zur Zuführung einer Sperrflüssigkeit in die jeweilige Sperrkammer aufweist. Dadurch kann -sofern zwei Kanäle vorhanden sind- jede Sperrkammer getrennt von der anderen befüllt werden. Dadurch ergibt sich die Möglichkeit, eine oder beide Sperrkammern drucklos oder mit einem Gegendruck zu befüllen. Dadurch kann die Befüllung der Sperrkammer(n) mit Sperrflüssigkeit flexibel den momentanen Anforderungen an die Hermetisierung erfolgen.

Ebenfalls kann in einer weiteren besonders bevorzugten Ausführungsoption der Erfindung vorgesehen sein, dass ein Radius R_{M1} an der Mündung des jeweiligen Zuleitungskanals in der Sperrkammer kleiner ist als der Radius R_{AZ} einer Außenkante der Zwischenwand. Dadurch ergibt sich eine konstruktiv einfache und einfach herstellbare -da lediglich von der Geometrie abhängige- drucklose Befüllbarkeit der Sperrkammern mit Sperrflüssigkeit.

Ferner kann in einer weiteren besonders bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung vorgesehen sein, dass ein Radius R_{M2} an der Mündung des jeweiligen Zuleitungskanals in der jeweiligen Sperrkammer größer ist als der Radius R_{AZ} der Außenkante der Zwischenwand. Dadurch ergibt sich eine konstruktiv einfache und einfach herstellbare -da lediglich von der Geometrie abhängige- Befüllbarkeit der Sperrkammern mit Sperrflüssigkeit mit einem Gegendruck.

In einer weiteren besonders bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass das Sperrgas durch eine Leitung in den Raum zwischen den beiden Sperrkammern strömt und durch einen Ablauf für das Sperrgas aus dem Raum strömt. Dadurch ergibt sich ein konstruktiv einfacher Austausch des Sperrgases.

Weiterhin kann in einer anderen besonders bevorzugten Ausführungsoption der Erfindung vorgesehen sein, dass je ein Gas-Sensor, insbesondere ein CO_2-Sensor, an der Leitung und / oder an dem Ablauf des Sperrgases vorgesehen ist. Dadurch wird konstruktiv einfach und damit vorteilhaft die Voraussetzung für eine Art Füllstandsregelung für das Sperrgas in dem Raum geschaffen.

Die vorliegende Erfindung löst die Aufgabe auch durch ein Verfahren zum Betrieb der erfindungsgemäßen Zentrifuge.

Das Verfahren zeichnet sich dadurch aus, dass der Raum zwischen den beiden Sperrkammern während des Betriebs der Zentrifuge laufend mit einem inerten Sperrgas gespült wird, so dass mögliche Luft oder möglicher Sauerstoff, die /der eventuell aus dem Raum unter der Haube durch die Sperrflüssigkeit in der zweiten Sperrkammer eingedrungen ist, ausgespült wird.

Durch den stetigen Austausch des Sperrgases aus dem Raum wird eine vorteilhaft sichere Hermetisierung der Trommel erreicht.

Eine unerwünschte Sauerstoffaufnahme in das Produkt wird derart deutlich reduziert.

Die erfindungsgemäße Zentrifuge ist robuster als eine Zentrifuge im vollhermetischen Design, da keine verschleißanfällige Gleitringdichtungen vorhanden sind. Der Bedarf an Sperrgas ist gegenüber einer Inertisierung der gesamten Zentrifuge oder einer Inertisierung eines Raums oberhalb Sperrkammern signifikant geringer. Ebenfalls sinkt der Leistungsbedarf für den Antrieb der Zentrifuge, da der gesamte Rotor nicht mehr in einer Inertgasatmosphäre, deren Dichte größer ist als Luft, rotiert. Die Gefahr eines Austritts von CO_2, welches den Raum außerhalb der Zentrifuge kontaminiert, ist ebenfalls reduziert.

Ein weiteres Anwendungsgebiet sind sauerstoffsensible Reaktionen, welche beispielweise in der chemischen Synthese, beispielsweise von Pharmaprodukten, auftreten können. Typischerweise betrifft die Anwendung eine Vielzahl von Reaktionen unter Schutzgas. Hier kann anstelle von CO_2 insbesondere auch Argon aufgrund seiner chemischen Reaktionsträgheit eingesetzt werden.

Die Erfindung schafft auch vorteilhafte Verfahren zum Betreiben der erfindungsgemäßen Zentrifugen, insbesondere Separatoren.

So schafft sie ein besonders einfaches Verfahren zum Betrieb einer Zentrifuge nach einem der Ansprüche 1 bis 12, mit folgenden Schritten:

i) Bereitstellen der Zentrifuge und Drehen der Trommel,
ii) Zuleiten einer zu verarbeitenden Suspension und Trennen der Suspension in zumindest zwei Phasen,
iii) Füllen einer der beiden Sperrkammern über den in sie führenden Zuleitungskanal mit Sperrflüssigkeit ohne zusätzlichen Gegendruck, so dass die Austrittsöffnung aus dem Zuleitungskanal zur Zuführung der Sperrflüssigkeit nicht in die Sperrflüssigkeit in dieser Sperrkammer eintaucht, bis die Sperrscheibe in dieser Sperrkammer in die Sperrflüssigkeit eintaucht und in die andere Sperrkammer überläuft und Weiterbefüllen bis sich die andere Sperrkammer füllt, so dass ihre Sperrscheibe in die Sperrflüssigkeit eintaucht.

Dieses Verfahren ist einfach und führt derart zu einer vorteilhaften Befüllung beider Sperrkammern mit der Sperrflüssigkeit.

Die Schritte ii) und iii) können hier sowie auch bei den weiteren Varianten nacheinander aber auch zeitgleich durchgeführt werden.

Anstelle von zwei Sperrkammern können und bei weiteren Varianten auch mehr als zwei Sperrkammern vorgesehen sein, die direkt axial übereinander liegen.

Nach Anspruch 14 ist hingegen ein Verfahrens zum Betrieb einer Zentrifuge nach einem der Ansprüche 1 bis 12, das folgende Schritte aufweist:

i) Bereitstellen der Zentrifuge und Drehen der Trommel,
ii) Zuleiten einer zu verarbeitenden Suspension und Trennen der Suspension in zumindest zwei Phasen,
iii) Füllen der beiden Sperrkammern mit einem Zulaufdruck, bis die beiden Sperrscheiben jeweils in die in die Sperrflüssigkeit eintauchen.

Auch dieses Verfahren ist einfach und führt derart zu einer vorteilhaften Befüllung beider Sperrkammern mit der Sperrflüssigkeit.

Die Schritte ii) und iii) können hier sowie auch bei den weiteren Varianten nacheinander aber auch zeitgleich durchgeführt werden.

Anstelle von zwei Sperrkammern können und bei weiteren Varianten auch mehr als zwei Sperrkammern vorgesehen sein, die direkt axial übereinander liegen.

Dabei kann sich folgender weiterer Schritt iv) anschließen:

- Beaufschlagung des Ringraumes, der axial durch die beiden Sperrscheiben begrenzt ist und in dem die Zwischenringwand liegt, während des zentrifugalen Betriebs der Zentrifuge mit einem Gas, insbesondere einem Sperrgas, oder
- Evakuieren des Ringraumes während des zentrifugalen Betriebs der Zentrifuge .

Derart wird die Wirkung der beiden axial hintereinander liegenden Sperrkammern bzw. die Abdichtung der Greiferkammer gegen ein Eindringen von Umgebungsluft auf einfache Wiese nochmals deutlich optimiert.

Die Erfindung schafft schließlich auch die Verwendung einer Zentrifuge nach einem der Ansprüche 1 bis 12 bei der Getränkeverarbeitung und/oder bei der chemischen Synthese einer Verbindung, insbesondere eines pharmazeutischen Produktes.

Weiter Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den übrigen Unteransprüchen angegeben.

Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung, in der ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand der Zeichnung näher erläutert wird. Der Fachmann wird die in der Zeichnung, der Beschreibung und den Unteransprüchen in Kombination offenbarten Merkmale zweckmäßigerweise auch einzeln betrachten und zu sinnvollen weiteren Kombinationen zusammenfassen.

Es zeigt:

Figur 1: eine schematische Darstellung im Vollschnitt einer als Separator ausgebildeten Zentrifuge;

Figur 2: eine Detaildarstellung des Kopfbereichs der Trommel der Zentrifuge nach einer ersten konstruktiven Ausgestaltung mit zwei Sperrkammern, bei der ein Befüllen der Sperrkammern nach einer ersten alternative Verfahrensweise erfolgt;

Figur 3: eine Detaildarstellung des Kopfbereichs der Trommel der Zentrifuge nach der ersten konstruktiven Ausgestaltung mit zwei Sperrkammern, bei der ein Befüllen der Sperrkammern nach einer zweiten alternativen Verfahrensweise erfolgt;

Figur 4 bis 6: jeweils eine Detaildarstellung des Kopfbereichs der Trommel der Zentrifuge nach verschiedenen konstruktiven Ausgestaltungen, bei der ein Befüllen der Sperrkammern jeweils nach einer alternativen Verfahrensweise erfolgt.

Fig. 1 zeigt eine Zentrifuge 1 in einer Ausgestaltung als Separator zur Trennung oder Klärung eines fließfähigen Produkts bzw. einer fließfähigen Suspension P in wenigstens zwei Phasen L, S in einem Zentrifugalfeld.

Die Zentrifuge 1 weist ein drehendes System mit einer drehbar an oder auf einer drehbaren Spindel 30 angeordneten Trommel 2 auf. Die Spindel 30 ist vorzugsweise vertikal ausgerichtet und kann mit einem Antrieb direkt oder indirekt - z-B. über einen Antriebsriemen - angetrieben werden. Der Antrieb wird vorzugsweise durch einen Antriebsmotor, insbesondere einen Elektromotor, der Zentrifuge realisiert (nicht dargestellt).

Die Trommel 2, insbesondere der Trommelmantel kann aus verschiedensten Materialien hergestellt sein. Im Rahmen dieser Schrift besteht die Trommel 2 oder der Trommelmantel aus Metall. Die Trommel 2 kann eine vertikale Drehachse 3 aufweisen. Die Trommel 2 kann für einen kontinuierlichen Betrieb ausgelegt sein. Die Trommel 2 kann im Wesentlichen einfach oder doppelt konisch ausgebildet sein.

Die Trommel 2 weist zunächst einen Zulauf auf. Dieser kann ein zentrisch angeordnetes, während des Betriebs der Zentrifuge 1 feststehendes Zulaufrohr 4 aufweisen, durch welches ein Zulauf eines Produktes P in einen Verteiler 23 der Trommel 2 und von dort in den Trennraum 26 erfolgen kann. Das Zulaufrohr 4 bildet einen Teil einer sich im Betrieb nicht drehenden Schaftanordnung 41, die sich von einem Ort außerhalb der Trommel axial in die Trommel 2 erstreckt, sich aber im Betrieb nicht mit dieser dreht. Die Schaftanordnung 41 und die Trommel 2 sind daher radial voneinander beabstandet. Der Zulauf kann auch in anderer Weise ausgebildet sein. So kann das

Zulaufrohr 4 drehend ausgelegt sein und/oder am unteren Ende der Trommel 2 vorgesehen sein (nicht dargestellt).

Das zu verarbeitende Produkt P, welches durch das Zulaufrohr 4 in die Trommel 2 geleitet wird, tritt aus dem Ende des Zulaufrohres 4 aus und fließt durch einen sich mit der Trommel 1 drehenden Verteiler 23 und tritt dann in den eigentlichen Trennraum 26 ein. Es wird dort in wenigstens zwei Phasen – hier eine Flüssigkeitsphase L und eine Feststoffphase S - getrennt. In dem in Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel erfolgt eine Klärung des Ausgangsproduktes, d.h. aus dem zu verarbeitenden Produkt P wird die Feststoffphase S abgetrennt. Dazu tritt das zu verarbeitende Produkt P in dem Trennraum 26 in einen Trenntellerstapel 27 ein.

Im linken Teil der Figur 1 ist der Kolbenschieber 22 schematisch in geschlossener Position gezeigt, ihn welcher er die Austragsdüsen 20 verschließt und im rechten Teil in einer Position, in welcher die Austragsdüsen 20 geöffnet sind.

Die Trommel 2 weist sodann einen Feststoffaustrag auf. Diese kann einen Kolbenschieber 22 und mehrere Austragsöffnungen 20 aufweisen, die als diskontinuierlicher Auslass für die Feststoffphase S vorgesehen sind. Die Trommel 2 weist wenigstens eine mit der Trommel 2 während des Betriebs der Zentrifuge 1 umlaufende Greiferkammer 5 auf, in der ein während des Betriebs der Zentrifuge 1 stillstehender Greifer 8 - in der Fachsprache auch Schälscheibe genannt - eingesetzt ist.

Der Greifer 8 arbeitet nach dem Prinzip einer Zentripetalpumpe. Dementsprechend wird durch einen oder mehrere Ablaufkanäle 81 innerhalb des Greifers 8 hier die eine Flüssigphase L durch das Ablaufrohr 82 aus der Trommel 2 abgeleitet. Es könnten auch zwei axial übereinander angeordnete Greifer 8 und Greiferkammern 5 vorgesehen sein, um zwei Flüssigkeitsphasen abzuleiten. Dann wäre die Trommel 2 vorzugsweise für eine Trennung in zwei Flüssigkeitsphasen und eine Feststoffphase ausgelegt (nicht dargestellt).

Oberhalb der Greiferkammer 5 ist eine mit der Trommel 2 umlaufende erste Sperrkammer 7 vorgesehen. Diese dient zur Ausbildung einer ersten hydrohermetischen Dichtung.

In der mit der Trommel 2 während des Betriebes der Zentrifuge 1 umlaufende erste Sperrkammer 7 ist dazu eine erste Sperrscheibe 9 angeordnet, die fest direkt oder über weitere Elemente mit der Schaftanordnung 41 verbunden sein kann und somit im Betrieb der Zentrifuge 1 nicht umläuft. Sie erstreckt sich senkrecht zur Drehachse 3 radial nach außen in die Sperrkammer 7.

Die erste Sperrkammer 7 ist senkrecht zur Drehachse 3 ausgebildet. Der Trommelkopf 29 kann dazu ganz zylindrisch ausgebildet sein oder einen oberen Abschnitt aufweisen, in welchem die äußere Trommelwand bzw. der Trommelmantel im Wesentlichen zylindrisch ausgebildet ist.

Axial oberhalb der ersten Sperrkammer 7 ist eine zweite Sperrkammer 12 angeordnet. In die zweite Sperrkammer 12 ist eine zweite Sperrscheibe 14 eingesetzt, die ebenfalls fest mit der Schaftanordnung 41 verbunden ist und somit ebenfalls im Betrieb der Zentrifuge 1 nicht umläuft. Auch diese Sperrscheibe 14 erstreckt sich radial von innen nach außen. Sie sind senkrecht zur Drehachse 3 ausgebildet.

Die beiden Sperrkammern 7, 12 werden axial jeweils durch Ringwände 16, 17, 18 begrenzt, die sich ausgehend vom Innenumfang des Trommelmantels des Trommelkopfes 29 radial senkrecht zur Drehachse 3 nach innen erstrecken. Sie sind zu der inneren nicht rotierenden Schaftanordnung 41 bzw. Schaftbaugruppe mit dem Zulaufrohr 4 und dem wenigstens einen axialen Greiferkanal 81 aus der Schälscheibe bzw. dem Greifer 8 der Trommel 2 radial beabstandet ausgebildet. Radial nach außen begrenzt die Sperrkammern 7, 12 jeweils der Trommelmantel.

Die Sperrkammern 7, 12 können mit einem flüssigen Sperrmedium 32 – insbesondere Wasser oder dem zu verarbeitende Produkt P selbst - beaufschlagt werden. Es bildet sich dann radial außen in der jeweiligen Sperrkammer 7, 12 ein Flüssigkeitsring/-zylinder aus. Dieser wird jeweils so bemessen, dass die Sperrscheiben 9, 14 im Betrieb der Zentrifuge 1 in das Sperrmedium 32 radial eintauchen, so dass eine doppelte hydrohermetische Dichtung gebildet wird.

Dazu kann wenigstens ein Zulaufkanal 11 vorgesehen sein oder es können mehrere Zuleitungskanäle 11, 11‘ vorgesehen sein. Der jeweilige Zuleitungskanal 11, 11‘ erstreckt sich vorzugsweise von einem Ort außerhalb der Trommel 2 durch die Schaftanordnung 41 bis in die jeweilige Sperrkammer 7 und/oder 12. Das Sperrmedium 32 kann z.B. aus einem außerhalb der Zentrifuge1 befindlichen Reservoir 31 in die Zuleitungskanäle 11, 11‘ fließen.

Es kann sich beispielsweise nur ein Zuleitungskanal 11 in die untere Sperrkammer 7 erstrecken (Fig. 2 oder 3). Es kann aber auch vorgesehen sein, dass sich in jede der Sperrkammern 7, 12 jeweils ein Zuleitungskanal 11, 11‘ erstreckt (Fig. 4, 5 oder 6).

Durch den jeweiligen Zuleitungskanal 11, 11‘ wird im Betrieb das flüssige Sperrmedium 32 in die Sperrkammern 7, 12 geleitet, das sich infolge der bei Drehung der

Trommel auftretenden Fliehkräfte außen in den beiden Sperrkammern 7 und 12 sammelt und dort jeweils einen Flüssigkeitsring ausbildet.

Tauchen die Sperrscheiben 9 und 14 radial von innen in den jeweiligen Flüssigkeitsring in der jeweiligen Sperrkammer 7, 12 ein, wird durch das Zusammenspiel aus Sperrscheibe 9, 14 und Flüssigkeitsring der jeweiligen Sperrkammer 7, 12 zwischen der Greiferkammer 5 und dem Haubeninnenraum bzw. dem Umgebungsraum der Trommel 2 in der Haube 21 eine Fluid-Dichtung ausgebildet.

Dies wird bei den verschiedenen konstruktiven Varianten und/oder verfahrenstechnischen Alternativen jeweils besonders vorteilhaft erreicht.

Als das Sperrmedium 32 können beispielsweise Wasser oder das zu verarbeitende Produkt verwendet werden. Andere Sperrmedien sind ebenfalls denkbar.

Die erste Sperrkammer 7 ist radial nach unten hin von einer unteren Ringwand 16 von der Greiferkammer 5 abgegrenzt, in welche der Greifer 8 eingesetzt ist. Weiterhin ist die erste Sperrkammer 7 durch eine Zwischenringwand 17 von der zweiten Sperrkammer 12 abgegrenzt. Die zweite Sperrkammer 12 weist radial oben eine oberseitig begrenzende Ringwand 18 auf, die radial innen eine Überlaufkante 15 aufweist, an der Flüssigkeit aus dem rotierenden System in den Haubenraum 21 austreten kann.

Fig. 2 zeigt eine Detaildarstellung des Trommelkopfes 29 der Trommel 2 der Zentrifuge 1 nach einer ersten konstruktiven Ausgestaltung, bei der eine Zufuhr von Sperrflüssigkeit nach einer ersten Alternative erfolgt.

Nach dieser Ausgestaltung erstreckt sich ein Zuleitungskanal 11 von einem Bereich außerhalb der Trommel 2 durch die axial verlaufende sowie nicht rotierende innere Schaftanordnung 41 bis in den Bereich der unteren Sperrkammer 7. Der Zuleitungskanal 11 endet hier axial oberhalb der unteren Sperrscheibe 9 in der ersten unteren Sperrkammer 7. Er hat hier eine radial ausgerichtete Austrittsöffnung. Diese liegt radial weiter innen als der äußere Rand der ersten Sperrscheibe 9.

Die zweite obere Sperrkammer 12 weist hingegen keinen eigenen Zuleitungskanal auf bzw. dieser wird – wenn vorhanden – nicht genutzt.

Bei dieser Ausgestaltung wird nach der ersten verfahrenstechnischen Alternative daher das Befüllen der oberen Sperrkammer 12 mit dem Sperrmedium 32 mit über die

untere Sperrkammer 7 vorgenommen, und zwar mit einem Zuleitungskanal vorgenommen, der in die untere Sperrkammer 7 mündet.

Zum Steuern des Betriebs des Separators ist eine Steuereinheit vorgesehen. Mit dieser kann auch das Befüllen der Sperrkammern 7, 12 während des Betriebs gesteuert oder geregelt werden.

Dies geschieht wie folgt:

Zunächst wird eine Zentrifuge 1 – insbesondere nach Fig. 1 mit dem Trommelkopf 29 – insbesondere nach Art der Fig. 2 - bereitgestellt. Dann wird die Trommel 2 mit einem (hier nicht dargestellten) Antrieb in Drehung versetzt.

Sodann wird die erste untere erste Sperrkammer 7 über den Zuleitungskanal 11 mit Sperrflüssigkeit gefüllt. Dabei taucht die Austrittsöffnung aus dem Zuleitungskanal 11 zur Zuführung der Sperrflüssigkeit – hier aufgrund der gewählten Anordnung der Fig. 2 - nicht in die Sperrflüssigkeit in der ersten Sperrkammer 7 ein und wird ohne Gegendruck zugegeben.

Dies ist möglich, da der Radius R_{M1} an der Mündung des Zuleitungskanals 11 in der Sperrkammer 7 kleiner ist als der Radius R_{AZ} einer radialen Innenkante der Zwischenringwand 17.

Nach einem Überlauf der ersten Sperrkammer 7 füllt sich die zweite obere Sperrkammer 12, da die untere Ringwand 16 zwischen der ersten Sperrkammer 7 und der Greiferkammer 5 sich weiter radial nach innen erstreckt als die Zwischenringwand 17 zwischen den beiden Sperrkammern 7, 12. Falls die obere zweite Sperrkammer 12 überläuft, gelangt die Sperrflüssigkeit über die Überlaufkante 15 in den Haubenraum innerhalb der Haube 21.

Alternativ kann auch die obere Sperrkammer 12 befüllt werden, welche dann in die untere Sperrkammer 7 überläuft. Dann mündet der Zuleitungskanal 11‘ in die obere Sperrkammer 12.

Es können auch beide Sperrkammern 7, 12 jeweils einen Zulaufkanal 11 aufweisen. Dann wird der jeweils eine Zuleitungskanal zum Befüllen nach einem der beiden vorstehend beschriebenen Verfahren nicht genutzt.

Fig. 3 zeigt eine Detaildarstellung des Trommelkopfs 29 der Trommel 2 der Zentrifuge 1 nach der ersten konstruktiven Ausgestaltung der Fig. 2, bei der eine Zufuhr von Sperrflüssigkeit nach einer zweiten verfahrenstechnischen Alternative erfolgt.

Zunächst wird wieder eine Zentrifuge mit einer Trommel 2 – beispielsweise nach Art der Fig. 1 - mit dem Trommelkopf 29 nach Art der Fig. 3 - bereitgestellt. Dann wird die Trommel 2 mit einem (hier nicht dargestellten) Antrieb in Drehung versetzt.

Die erste Sperrkammer 7 wird wiederum durch den Zuleitungskanal 11 mit Sperrflüssigkeit gefüllt. Der Zuleitungskanal 11 zur Zuführung der Sperrflüssigkeit taucht in die Sperrflüssigkeit in der ersten Sperrkammer 7 ein und wird mit einem erforderlichen Zulaufdruck zugegeben.

Dies ist möglich, da der Radius R_{M2} an der Mündung des Zuleitungskanals 11 in der Sperrkammer 7 größer ist als der Radius R_{AZ} einem Innenradius der Zwischenwand 17.

Der Füllstand der Sperrflüssigkeit kann über den Zulaufdruck eingestellt werden.

Dies kann vorzugsweise automatisch in einer Steuereinheit (hier nicht dargestellt) erfolgen.

Nach einem Überlauf der ersten Sperrkammer 7 füllt sich die zweite Sperrkammer 12. Falls die zweite Sperrkammer 12 überläuft, gelangt die Sperrflüssigkeit in den Haubenraum.

Derart wird durch eine Mehrfachsperrkammeranordnung – hier eine Zweifachsperrkammeranordnung mit zwei axial benachbarten Sperrkammern 7 und 12 - eine hervorragende Abdichtung zwischen Haubenraum und der Greiferkammer 5 erreicht werden.

Zwar ist es immer noch möglich, dass eine sehr geringe Sauerstoffaufnahme des Produkts P und /oder der ausgeleiteten Flüssigphase L erfolgen kann, wenn etwas Sauerstoffs durch die Sperrflüssigkeit hindurchdiffundiert.

Bei einer Zentrifuge mit einem hermetisierten Auslass für eine Flüssigphase kann deshalb eine zusätzliche Verdrängung der Sauerstoffatmosphäre durch Inertgase, wie z.B. CO_2 erfolgen.

Fig 4 zeigt eine Detaildarstellung des Trommelkopfes 29 der Trommel 2 der Zentrifuge 1 nach einer zweiten Ausgestaltung, bei der eine Zufuhr von Sperrflüssigkeit nach der ersten Alternative erfolgt.

Die Trommel 2 kann bis auf den Trommelkopf 29 beispielsweise nach Art der Fig. 1 aufgebaut sein.

Es sind auch wieder zwei axial übereinander liegende Sperrkammen 7, 12 vorgesehen.

Die Anordnung der Sperrkammern und ihrer Ringwände 16, 17, 18 kann nach Art der Fig. 2 oder der Fig. 3 ausgestaltet sein.

Unterschiedlich gelöst ist das Einleiten der Sperrflüssigkeit in die jeweilige Sperrkammer 7, 12.

Die beiden Sperrkammern 7, 12 werden nach Fig. 4 vollständig getrennt mit Sperrflüssigkeit gefüllt. Dazu ist vorgesehen, dass in jede der zwei Sperrkammern 7, 12 eine separater Zuleitungskanal 11, 11‘ mündet. Wobei mit der jeweiligen Sperrkammer 7, 12 Sperrflüssigkeit von einem Bereich außerhalb der Trommel 2 durch den jeweiligen Zuleitungskanal 11, 11‘ separat in die jeweilige Sperrkammer 7, 12 leitbar ist.

Derart sind wiederum verschiedene Befüllungsverfahren realisierbar.

Zunächst sei eine erste Alternative nach Fig. 4 und dann eine zweite Alternative nach Fig. 5 beschreiben.

Zunächst wird bei dem Verfahren zur Fig. 4 eine Zentrifuge – insbesondere nach Fig. 1 mit dem Trommelkopf 29 nach Art der Fig. 2 - bereitgestellt. Dann wird die Trommel 2 mit einem (hier nicht dargestellten) Antrieb in Drehung versetzt.

Sodann wird durch die Zuleitungskanäle 11, 11‘ Sperrflüssigkeit in die beiden Sperrkammern 7, 12 geleitet, derart, dass die Kanäle 11, 11‘ radial und insgesamt nicht in die Sperrflüssigkeit in der jeweiligen Sperrkammer 7, 12 eintauchen. Die Sperrflüssigkeit wird nach dieser Alternative ohne Gegendruck zugegeben.

Dies ist möglich, da der Radius R_{M1} an der Mündung des jeweiligen Zuleitungskanals 11, 11‘ in der jeweiligen Sperrkammer 7, 12 kleiner ist als der Radius R_{AZ} einer Außenkante der Zwischenwand 17.

Der Austritt des Zuleitungskanals 11‘ in die obere Sperrkammer 12 liegt vorzugsweise oberhalb der (axial oberen) Sperrscheibe 14 in dieser oberen Sperrkammer 12.

Der Austritt des Zuleitungskanals 11 in die untere Sperrkammer 7 liegt vorzugsweise oberhalb der (axial unteren) Sperrscheibe 9 in der unteren Sperrkammer 12.

Das Volumen der Sperrflüssigkeit wird durch die Steuereinrichtung vorzugsweise so dosiert, dass es zu keinem Überlauf der Sperrflüssigkeit in den Haubenraum kommt.

Zwischen den beiden Sperrscheiben 9, 14 kann hier bei geeigneter Ansteuerung und Beaufschlagung quasi um die Zwischenringwand 17 herum ein weiterer Ringraum 19 gebildet werden.

In diesen Ringraum mündet eine weitere Leitung 24, mit der von einem Ort außerhalb des rotierenden Systems ein Fluid wie Gas in den Ringraum 19 geleitet werden kann. Auch diese Leitung 24 kann sich durch die nicht drehende Schaftanordnung 41 erstrecken bzw. mit dieser verlaufen.

Zwischen den beiden Sperrscheiben 9, 14 kann hier bei geeigneter Ansteuerung und Beaufschlagung quasi um die Zwischenringwand 17 herum ein weiterer Ringraum 19 gebildet werden. Dieser Ringraum 19 bildet sich im Schnitt U-förmig rund um das freie Ende der Zwischenringwand 17.

Der Ringraum 19 wird während des Betriebs der Zentrifuge 1 laufend mit einem inerten Sperrgas 13 gespült, so dass mögliche Luft oder möglicher Sauerstoff, die /der eventuell aus dem Raum unter der Haube 21 durch die Sperrflüssigkeit in der zweiten Sperrkammer 12 eingedrungen ist, ausgespült werden kann. Der Austritt von Sperrgas 13, welches der Ringraum 19 verlässt, kann außerhalb der Haube 21 erfolgen. Das Sperrgas 13 wird durch die beiden Sperrscheiben 9, 14 in dem Ringraum 19 gehalten. Der Druck in dem Ringraum 19 kann relativ frei durch die Steuereinrichtung eingestellt werden, sowohl ein Überdruck als auch ein Unterdruck sind möglich.

Auch eine alleinige Beaufschlagung des Ringraums 19 mit Sperrgas 13 kann vorgesehen sein. In dem Fall sind die beiden Sperrkammern 7, 12 nicht mit Sperrflüssigkeit gefüllt.

Bei dem inerten Sperrgas 13 handelt es sich vorzugsweise um CO_2. Das Sperrgas 13 kann von einem Gasreservoir (hier nicht dargestellt) über die Leitung 24 in den

Ringraum 19 strömen. Ferner kann ein Ablauf 25 für das Sperrgas 13 aus dem Ringraum 19 vorgesehen sein.

Da CO_2 schwerer als Luft oder Sauerstoff ist, wird es im Betrieb der Zentrifuge 1 in dem rotierenden Ringraum 19 nach außen geschleudert. Dadurch wird in den Ringraum 19 vorgedrungene Luft oder vorgedrungener Sauerstoff aus dem Ringraum 19 verdrängt. Hierdurch entsteht eine wirksame Barriere gegen weiteres Eindringen von Luft und damit auch Sauerstoff in die Trommel 2.

Die Zufuhr des Sperrgases 13 in den Ringraum 19 kann durch ein Stellglied (hier nicht dargestellt), z.B. ein Ventil erfolgen, welches über die Steuereinheit ansteuerbar ist, so dass die Gaszufuhr zu dem Ringraum 19 geregelt werden kann.

Fig. 5 zeigt eine Detaildarstellung des Trommelkopfes 29 der Trommel 2 der Zentrifuge 1 nach der zweiten Ausgestaltung, bei der eine Zufuhr von Sperrflüssigkeit ebenfalls nach der ersten Alternative erfolgt.

Die beiden Sperrkammern 7, 12 werden getrennt mit Sperrflüssigkeit gefüllt. Dabei tauchen die Kanäle 11, 11‘ nicht in die Sperrflüssigkeit in der jeweiligen Sperrkammer 7, 12 ein und die Sperrflüssigkeit wird ohne Gegendruck zugegeben.

Dies ist möglich, da der Radius R_{M1} an der Mündung der Kanäle 11, 11‘ in die jeweilige Sperrkammer 7, 12 kleiner ist als der Radius R_{AZ} einer Außenkante der Zwischenwand 17.

Das Volumen der Sperrflüssigkeit wird durch die Steuereinrichtung so dosiert, dass es zu keinem Überlauf der Sperrflüssigkeit einen Raum unter der Haube 21 kommt.

Der Ringraum 19 zwischen den beiden Sperrscheiben 9, 14 wird während des Betriebs der Zentrifuge 1 laufend mit einem inerten Sperrgas 13 gespült, so dass mögliche Luft oder möglicher Sauerstoff, die /der eventuell aus dem Raum unter der Haube 21 durch die Sperrflüssigkeit in der zweiten Sperrkammer 12 eingedrungen ist, ausgespült werden kann. Der Austritt von Sperrgas 13, welches der Ringraum 19 verlässt, kann hier innerhalb der Haube 21 erfolgen. Das Sperrgas 13 wird durch die beiden Sperrscheiben 9, 14 in dem Ringraum 19 gehalten. Der Druck in dem Ringraum 19 kann relativ frei durch die Steuereinrichtung eingestellt werden, sowohl ein Überdruck als auch ein Unterdruck sind möglich.

Fig. 6 zeigt eine Detaildarstellung des Trommelkopfes 29 der Trommel 2 der Zentrifuge 1 nach der zweiten Ausgestaltung, bei der eine Zufuhr von Sperrflüssigkeit nach der zweiten Alternative erfolgt.

Die beiden Sperrkammern 7, 12 werden getrennt mit Sperrflüssigkeit gefüllt. Dabei tauchen die Kanäle 11, 11‘ in die Sperrflüssigkeit in der jeweiligen Sperrkammer 7, 12 ein und die Sperrflüssigkeit wird mit einem Gegendruck zugegeben.

Dies ist möglich, da der Radius R_{M2} an der Mündung des Kanäle 11, 11‘ in die Sperrkammer 7, 12 größer ist als der Radius R_{AZ} der Außenkante der Zwischenwand 17.

Das Volumen der Sperrflüssigkeit wird durch die Steuereinrichtung so dosiert, dass es zu keinem Überlauf der Sperrflüssigkeit einen Raum unter der Haube 21 kommt.

Der Ringraum 19 zwischen den beiden Sperrscheiben 9, 14 wird während des Betriebs der Zentrifuge 1 laufend mit einem inerten Sperrgas 13 gespült, so dass mögliche Luft oder möglicher Sauerstoff, die /der eventuell aus dem Raum unter der Haube 21 durch die Sperrflüssigkeit in der zweiten Sperrkammer 12 eingedrungen ist, ausgespült werden kann. Der Austritt von Sperrgas 13, welches der Ringraum 19 verlässt, kann hier innerhalb oder außerhalb der Haube 21 erfolgen. Das Sperrgas 13 wird durch die beiden Sperrscheiben 9, 14 in Position gehalten. Der Druck in dem Ringraum 19 kann relativ frei durch die Steuereinrichtung eingestellt werden, sowohl ein Überdruck als auch ein Unterdruck sind möglich.

Eine Vermischung des Sperrgases 13 mit dem Produktstrom in der Greiferkammer 5 unterhalb der ersten Sperrkammer 7 findet nicht oder kaum statt. Falls doch, hat dies keinen negativen Einfluss auf das Produkt, da CO_2 typischerweise auch in der Getränkeindustrie eingesetzt wird. Alternativ zu CO_2 können auch andere Gase, welche schwerer sind als Luft, eingesetzt werden, so dass Luft, und somit auch der Sauerstoff in der Luft, verdrängt wird. Idealerweise handelt es sich dabei ebenfalls um ein Inertgas wie z.B. Argon.

Da Gase im Unterschied zu Flüssigkeiten kompressibel sind, ist davon auszugehen, dass sich das Gasvolumen in dem Ringraum 19 bei zunehmender Drehzahl oder Geschwindigkeit der Trommel 2 verringert. Daher kann die Zuleitung 24 des Sperrgases 13 im Betrieb der Trommel 2 in Abhängigkeit von der Drehzahl oder Geschwindigkeit erfolgen oder alternativ detektiert werden.

Es kann auch je ein Gas-Sensor, insbesondere ein CO2-Sensor, an der Leitung 24 und / oder an dem Ablauf 25 des Sperrgases 13 vorgesehen sein, so dass eine Art

„Füllstandsregelung“ durch die Steuereinheit erfolgen kann, die entsprechend das Stellglied ansteuert. Es kann auch auf Erfahrungswerte zurückgegriffen werden, welche beispielsweise in Form eines Datensatzes auf dem Datenspeicher der Steuereinheit vorliegen. Bei erhöhter Rotationsgeschwindigkeit kann dementsprechend mehr Sperrgas 13 zugeleitet werden. Es ist auch möglich, lediglich einen Prototypen einer erfindungsgemäßen Zentrifuge 1 mit den Sensoren auszustatten um die notwendige Zulaufmenge bei einsprechender Drehzahl zu ermitteln. Dies kann dann als Datensatz zur passenden Bemessung der Zulaufmenge an Sperrgas 13 in Abhängigkeit von der Drehzahl in einem Datenspeicher von Serienprodukten hinterlegt werden.

Eine unerwünschte Sauerstoffaufnahme in das Produkt wird durch die Erfindung erheblich reduziert. Die erfindungsgemäße Zentrifuge 1 ist robuster als eine Zentrifuge im vollhermetischen Design, da keine verschleißanfällige Gleitringdichtungen vorhanden sind. Der Bedarf an Sperrgas 13 ist gegenüber einer Inertisierung der gesamten Zentrifuge oder einer Inertisierung eines Raums oberhalb Sperrkammern 7, 12 signifikant geringer. Ebenfalls sinkt der Leistungsbedarf für den Antrieb der Zentrifuge 1, da der gesamte Rotor nicht mehr in einer Inertgasatmosphäre rotiert. Die Gefahr eines Austritts von CO_2, welches den Raum außerhalb der Zentrifuge 1 kontaminiert, ist ebenfalls reduziert.

Ein erfindungsgemäßer Separator bzw. eine erfindungsgemäße Zentrifuge 1 eignet sich bevorzugt für alle Bearbeitungen, in welchen ein Ausschluss von Sauerstoff zur Vermeidung von unerwünschten Oxidationsprozessen von Vorteil ist.

Dies ist bei der Verarbeitung von Getränken, z.B. für Fruchtsäfte oder Bier der Fall. Beispielsweise reagiert Vitamin C von Zitrusfrüchten oder von anderem Obst und Gemüse, mit Sauerstoff. Auch andere Naturprodukte werden oxidiert und verändern dadurch ihre Farbe und Geschmack. Ein weiteres Anwendungsgebiet sind sauerstoffsensible Reaktionen, welche beispielweise in der chemischen Synthese, beispielsweise von Pharmaprodukten, auftreten können. Typischerweise betrifft die Anwendung eine Vielzahl von Reaktionen unter Schutzgas. Hier kann anstelle von CO_2 insbesondere auch Argon aufgrund seiner chemischen Reaktionsträgheit eingesetzt werden.

Bezugszeichen

1	Zentrifuge
2	Trommel
3	Drehachse
4	Zulaufrohr
41	Schaftanordnung
5	Greiferkammer
7	Sperrkammer, erste
8	Greifer
81	Ablaufkanal
82	Ablaufrohr
9	Sperrscheibe, erste
11, 11‘	Zuleitungskanal
12	Sperrkammer, zweite
13	Sperrgas
14	Sperrscheibe, zweite
15	Überlaufkante
16	untere Ringwand
17	Zwischenringwand
18	obere Ringwand
19	Ringraum
20	Austragsdüse
21	Haube
22	Kolbenschieber
23	Verteilerraum
24	Leitung
25	Ablauf
26	Trennraum
27	Trenntellerstapel
29	Trommelkopf
30	Spindel
31	Reservoir
32	Sperrmedium
P	Suspension
L	Flüssigkeitsphase
S	Feststoffphase
R_{M1}	Radius
R_{M2}	Radius
R_{AZ}	Radius

Patentansprüche

1. Zentrifuge (1) zur Trennung oder Klärung eines fließfähigen Produkts oder einer fließfähigen Suspension in wenigstens zwei Phasen in einem Zentrifugalfeld in einem kontinuierlichen Betrieb, wobei die Zentrifuge (1) eine mittels eines Antriebsmotors antreibbare, drehbar gelagerte Trommel (2) mit einem Trommelmantel aus Metall sowie mit vertikaler Drehachse (3) aufweist, wobei die Trommel (2) ein Zulaufrohr (4) und mindestens eine Greiferkammer (5) mit einem Greifer (8) zum Ableiten von geklärter oder abgetrennter Flüssigkeit sowie vorzugsweise einen Feststoffaustrag aufweist und wobei die Trommel (2) oberhalb der Greiferkammer (5) wenigsten zwei axial übereinander liegende Sperrkammern (7, 12) mit jeweils einer in die jeweilige Sperrkammer (7, 12) hineinragende Sperrscheibe (9, 14) aufweist und wobei wenigstens ein Zuleitungskanal (11, 11') zur Zuleitung eines Sperrmediums (32) in eine der Sperrkammern (7, 12) oder wenigstens jeweils ein Zuleitungskanal (11, 11‘) zur Zuleitung eines Sperrmediums (32) in die jeweilige Sperrkammer (7, 12) vorgesehen ist.

2. Zentrifuge (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Leitung (24) - insbesondere zur Zuleitung eines Gases in einen Ringraum (19) um eine sich von dem Trommelmantel radial nach innen erstreckende Ringzwischenwand (17) zwischen den beiden Sperrkammern (7, 12) oder zum Evakuieren eines Gases aus dem Ringraum (19) - vorgesehen ist.

3. Zentrifuge (1) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Ableitung (25) zur Ableitung von Gas aus dem Ringraum (19) - vorgesehen ist.

4. Zentrifuge nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Betrieb der Zentrifuge (1) ein Sperrgas (13), welches schwerer als Luft ist, in einem Ringraum (19) zwischen den beiden Sperrscheiben (7, 12) eingeleitet ist.

5. Zentrifuge (1) nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erste untere Sperrkammer (7) radial nach unten von einer Ringwand (16) von der Greiferkammer (5) abgegrenzt ist, die sich von dem Tommelmantel im Bereich des Trommelkopfes (29) radial und senkrecht zur Drehachse (3) nach innen erstreckt und radial beabstandet zu einer inneren Schaftanordnung (41) endet, die sich im Betrieb nicht mit der Trommel (2) dreht aber axial in die Trommel (2) hinein erstreckt.

6. Zentrifuge (1) nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erste Sperrkammer (7) axial durch die Ringzwischenwand (17) von der zweiten Sperrkammer (12) abgegrenzt ist, die sich von dem Tommelmantel im Bereich des Trommelkopfes (29) radial und senkrecht zur Drehachse (3) nach innen erstreckt und radial beabstandet zu einer inneren Schaftanordnung (41) endet, die sich im Betrieb nicht mit der Trommel (2) dreht aber axial in die Trommel (2) hinein erstreckt.

7. Zentrifuge (1) nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zweite Sperrkammer (12) radial oben eine oberseitig begrenzende Ringwand (18) aufweist, die sich von dem Tommelmantel im Bereich des Trommelkopfes (29) radial und senkrecht zur Drehachse (3) nach innen erstreckt und radial beabstandet zu einer inneren Schaftanordnung (41) endet, die sich im Betrieb nicht mit der Trommel (2) dreht aber axial in die Trommel (2) hinein erstreckt und die eine radial innere Überlaufkante (15) aufweist.

8. Zentrifuge (1) nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Radius R_{M1} an der Mündung des jeweiligen Zuleitungskanals (11, 11‘) in der Sperrkammer (7) kleiner ist als der Radius R_{AZ} einer radialen Innenkante der Zwischenwand (17).

9. Zentrifuge (1) nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Radius R_{M2} an der Mündung des jeweiligen Zuleitungskanals (11, 11‘) in der jeweiligen Sperrkammer (7, 12) größer ist als der Radius R_{AZ} der Innenkante der Zwischenwand (17).

10. Zentrifuge (1) nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Gas-Sensor an der Leitung (24) und / oder an dem Ablauf (25) für das Sperrgas (13) vorgesehen ist.

11. Zentrifuge (1) nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Sperrmedium (32) aus einem außerhalb der Zentrifuge1 befindlichen Reservoir (31) in die Zuleitungskanäle (11, 11‘) fließt.

12. Zentrifuge (1) nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Sperrgas (13) von einem Gasreservoir über die Leitung (24) in den Ringraum (19) strömt.

13. Verfahren zum Betrieb einer Zentrifuge (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **gekennzeichnet durch** folgende Schritte:

i) Bereitstellen der Zentrifuge und Drehen der Trommel (2),
ii) Zuleiten einer zu verarbeitenden Suspension (P) und Trennen der Suspension in zumindest zwei Phasen (L, P),
iii) Füllen einer der beiden Sperrkammern (7) über den in sie führenden Zuleitungskanal (11) mit Sperrflüssigkeit ohne zusätzlichen Gegendruck, so dass die Austrittsöffnung aus dem Zuleitungskanal (11) zur Zuführung der Sperrflüssigkeit nicht in die Sperrflüssigkeit in dieser Sperrkammer (7) eintaucht, bis die Sperrscheibe (9) in dieser Sperrkammer in die Sperrflüssigkeit eintaucht und in die andere Sperrkammer (12) überläuft und Weiterbefüllen bis sich die andere Sperrkammer (12) füllt, so dass ihre Sperrscheibe (14) in die Sperrflüssigkeit eintaucht.

14. Verfahren zum Betrieb einer Zentrifuge (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **gekennzeichnet durch** folgende Schritte:

i) Bereitstellen der Zentrifuge und Drehen der Trommel (2),
ii) Zuleiten einer zu verarbeitenden Suspension (P) und Trennen der Suspension in zumindest zwei Phasen (L, P),
iii) Füllen der beiden Sperrkammern mit einem Zulaufdruck, bis die beiden Sperrscheiben (9, 14) jeweils in die in die Sperrflüssigkeit eintauchen.

15. Verfahren nach Anspruch 14, wobei die Zentrifuge (1) nach einem der Ansprüche 2 bis 12 ausgebildet ist, **gekennzeichnet durch** folgenden weiteren Schritt iv):
- Beaufschlagung des Ringraumes (19), der axial durch die beiden Sperrscheiben (9, 14) begrenzt ist und in dem die Zwischenringwand 17) liegt, während des zentrifugalen Betriebs der Zentrifuge (1) mit einem Gas, insbesondere mit einem Sperrgas (13), oder
- Evakuierung des Ringraumes (19) während des zentrifugalen Betriebs der Zentrifuge

16. Verfahren nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass als das Sperrgas (13) ein inertes Gas verwendet wird.

17. Verfahren nach Anspruch 15 oder 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Sperrgas durch eine Leitung (24) in den Ringraum (19) geleitet wird und dass es durch eine Ableitung (25) aus dem Ringraum (19) abgeleitet wird.

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 17, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Zuleiten von Sperrgas (13) in dem Ringraum (19) im Betrieb der Zentrifuge (1) in Abhängigkeit von der Rotationsgeschwindigkeit der Trommel (2) erfolgt.

19. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 18, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Zuleiten von Sperrgas (13) in dem Ringraum (19) und ein Ableiten von Sperrgas (13) aus dem Ringraum (19) im Betrieb der Zentrifuge (1) in Abhängigkeit vom Füllstand des Ringraumes (19) erfolgt.

20. Verwendung einer Zentrifuge (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 12 bei der Getränkeverarbeitung und/oder bei der chemischen Synthese einer Verbindung, insbesondere eines pharmazeutischen Produktes.

Fig. 1

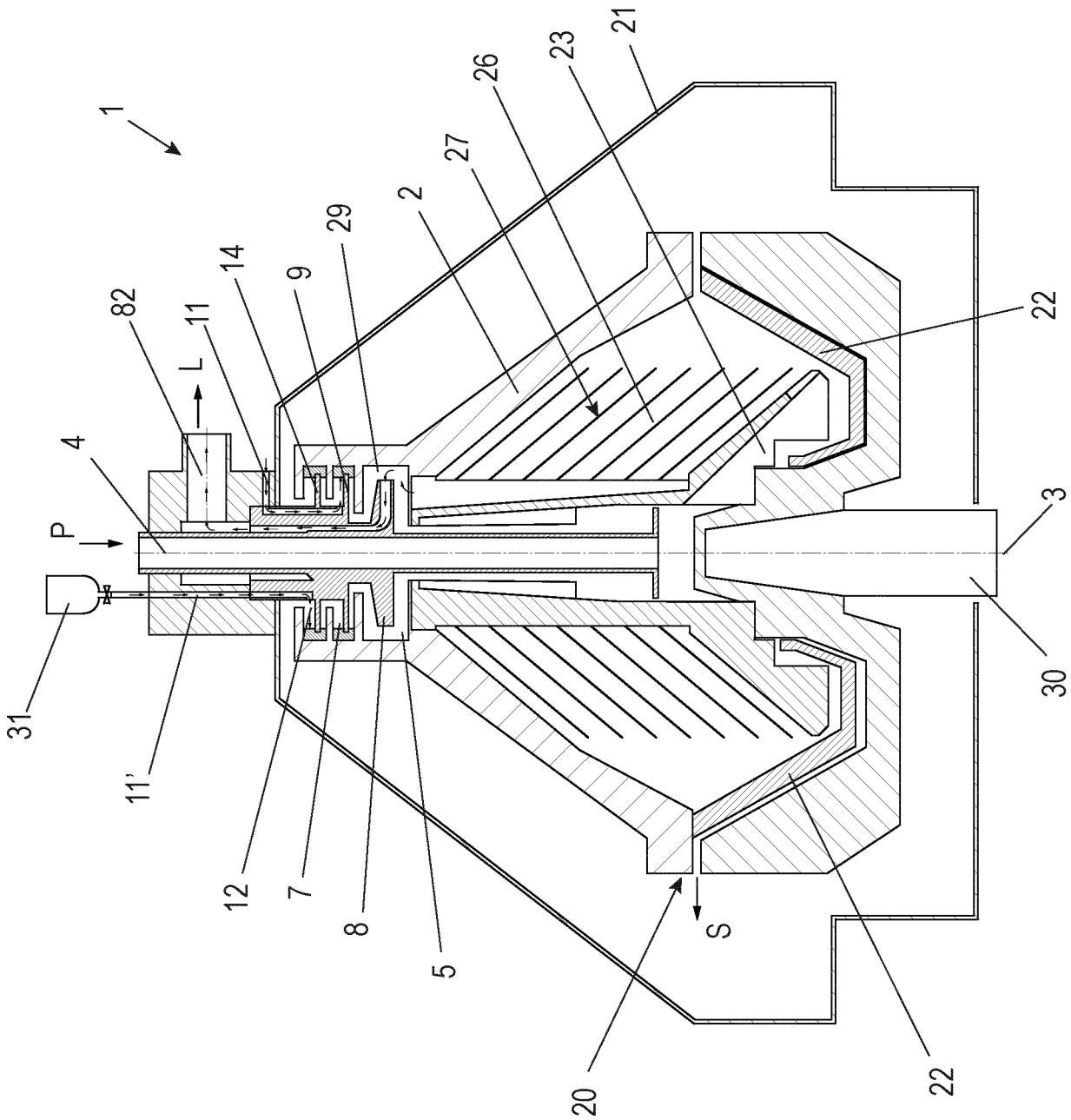


Fig. 2

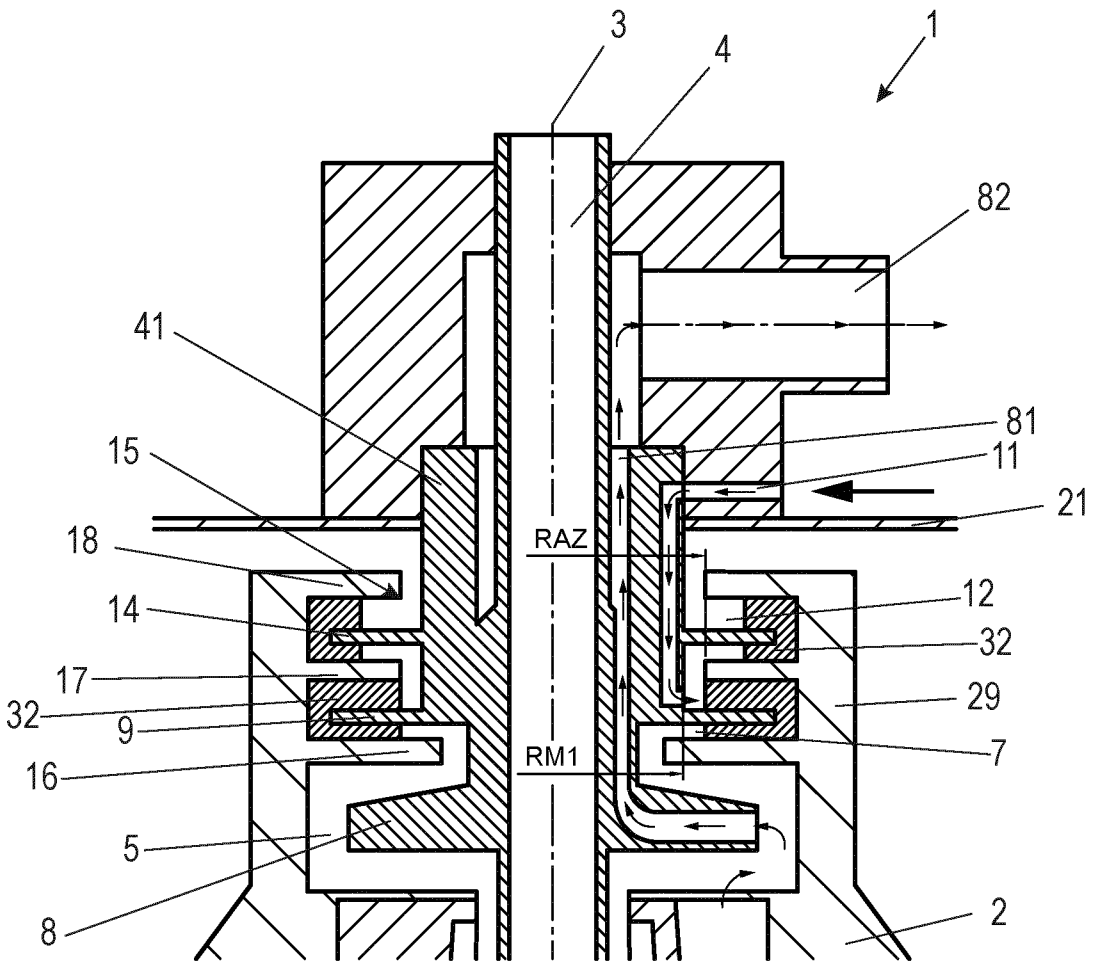


Fig. 3

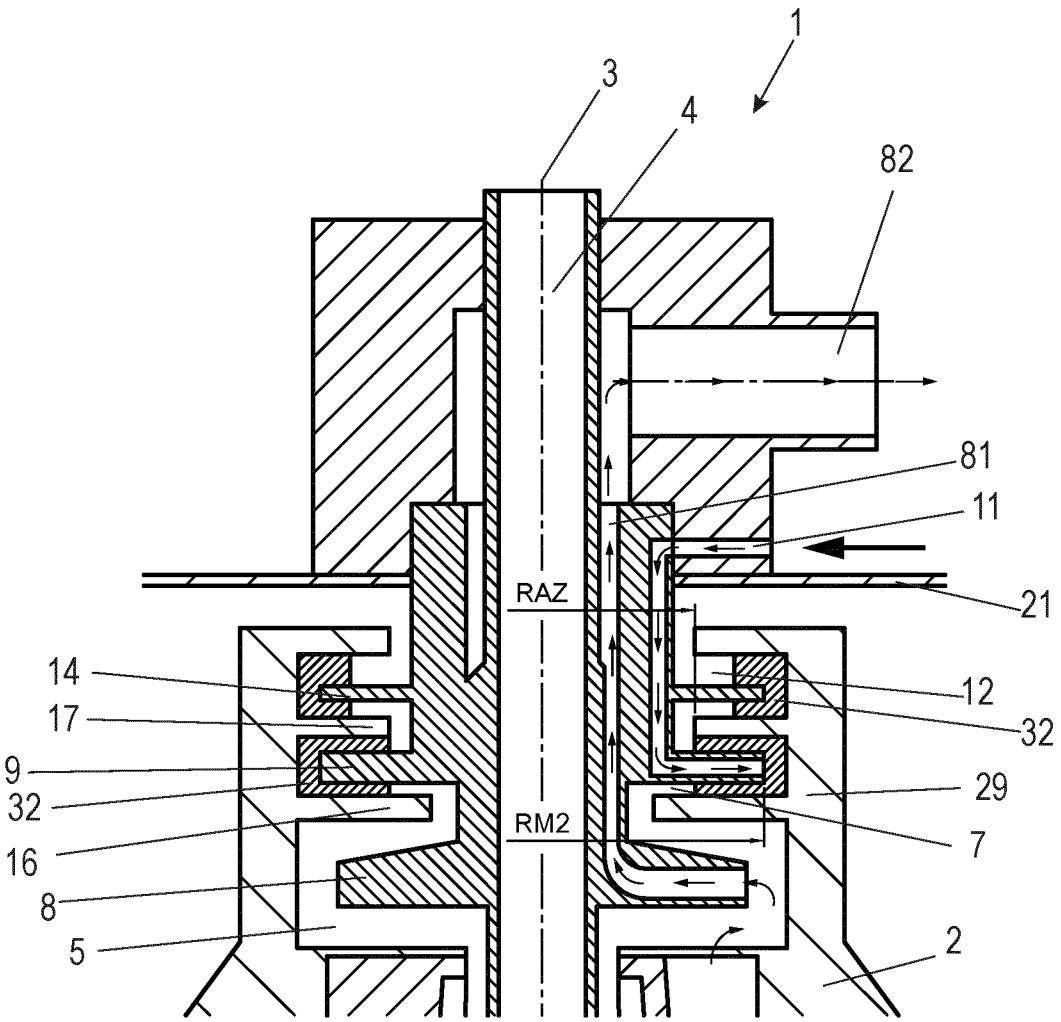


Fig. 4

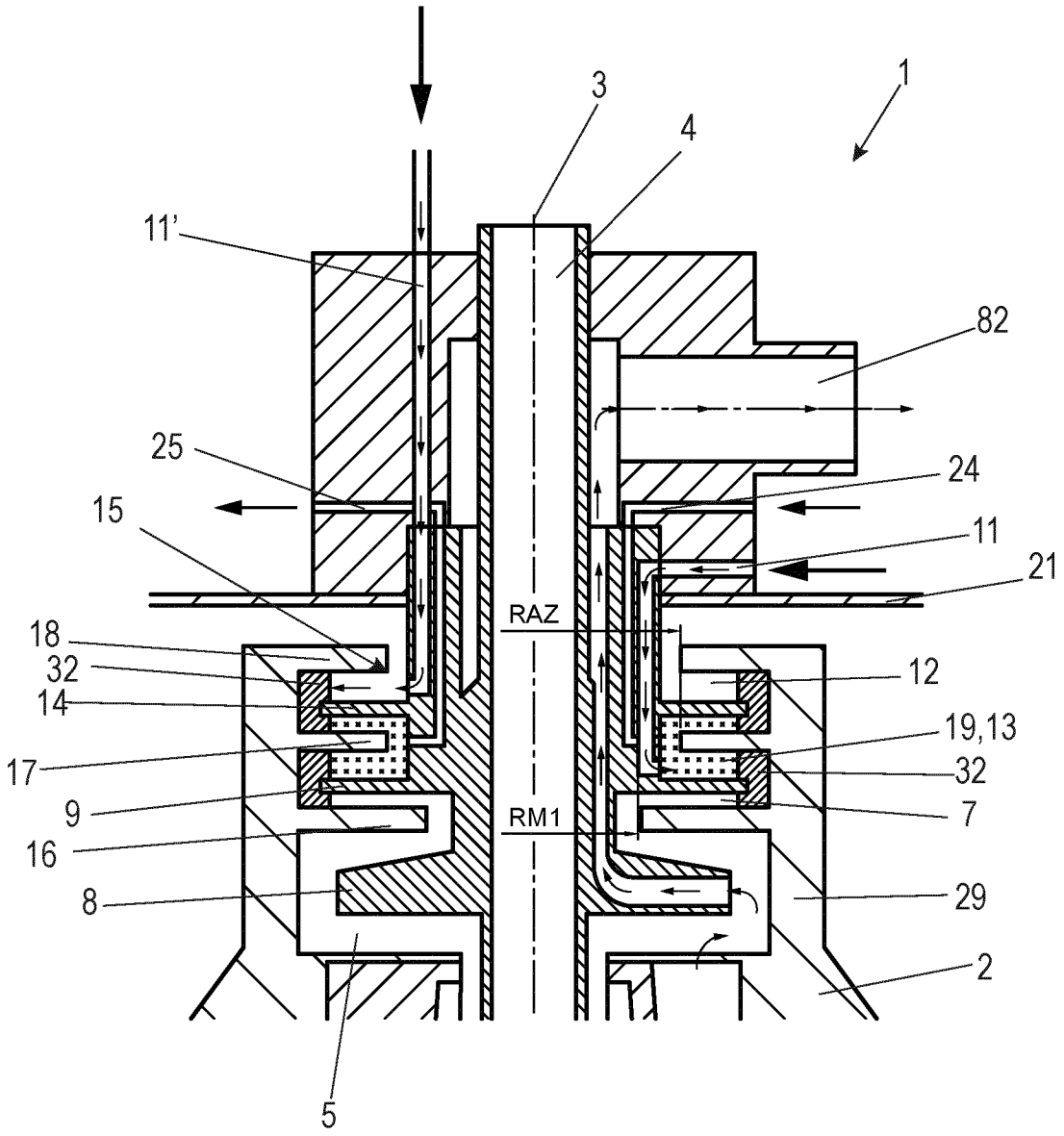


Fig. 5

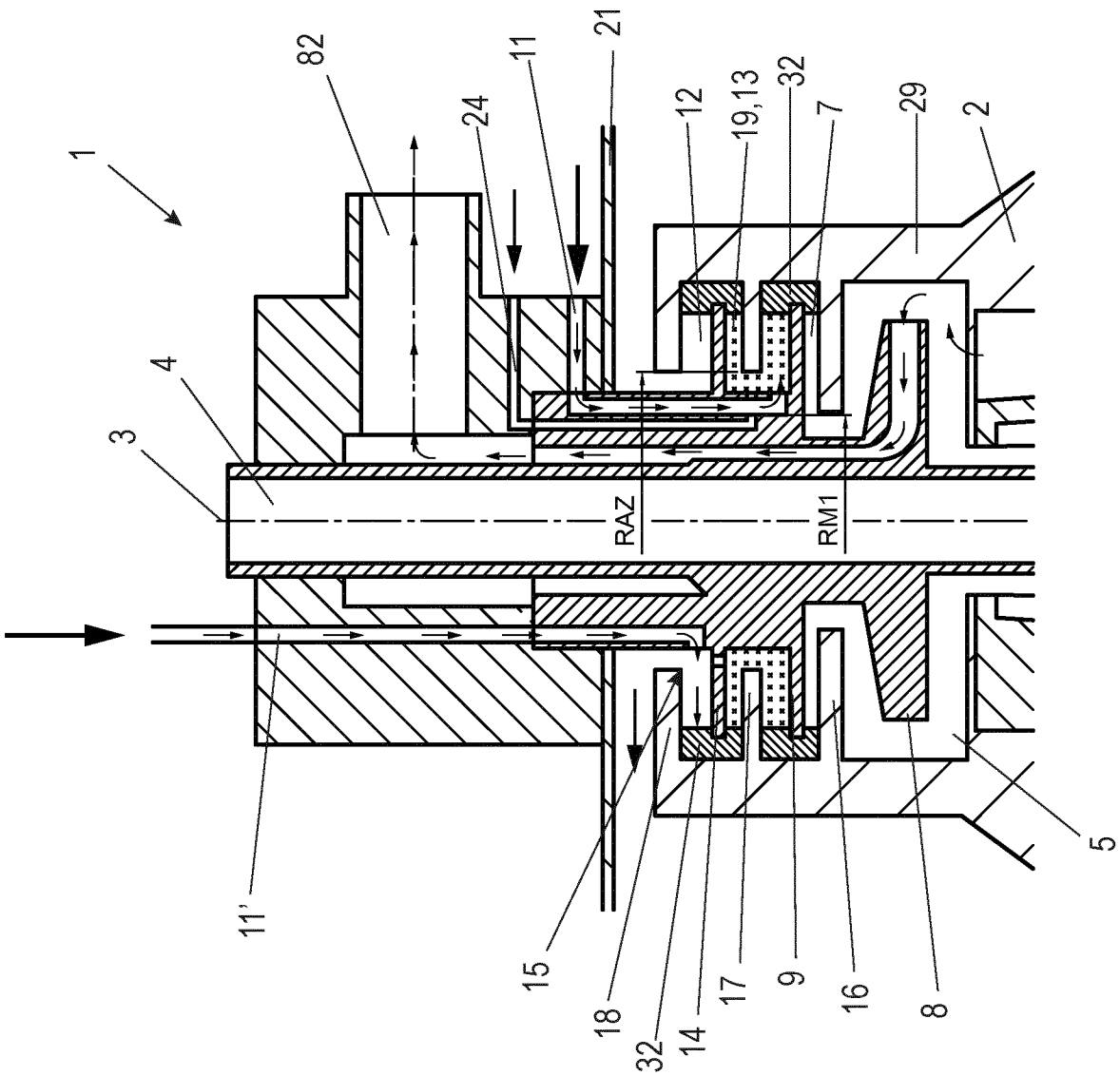
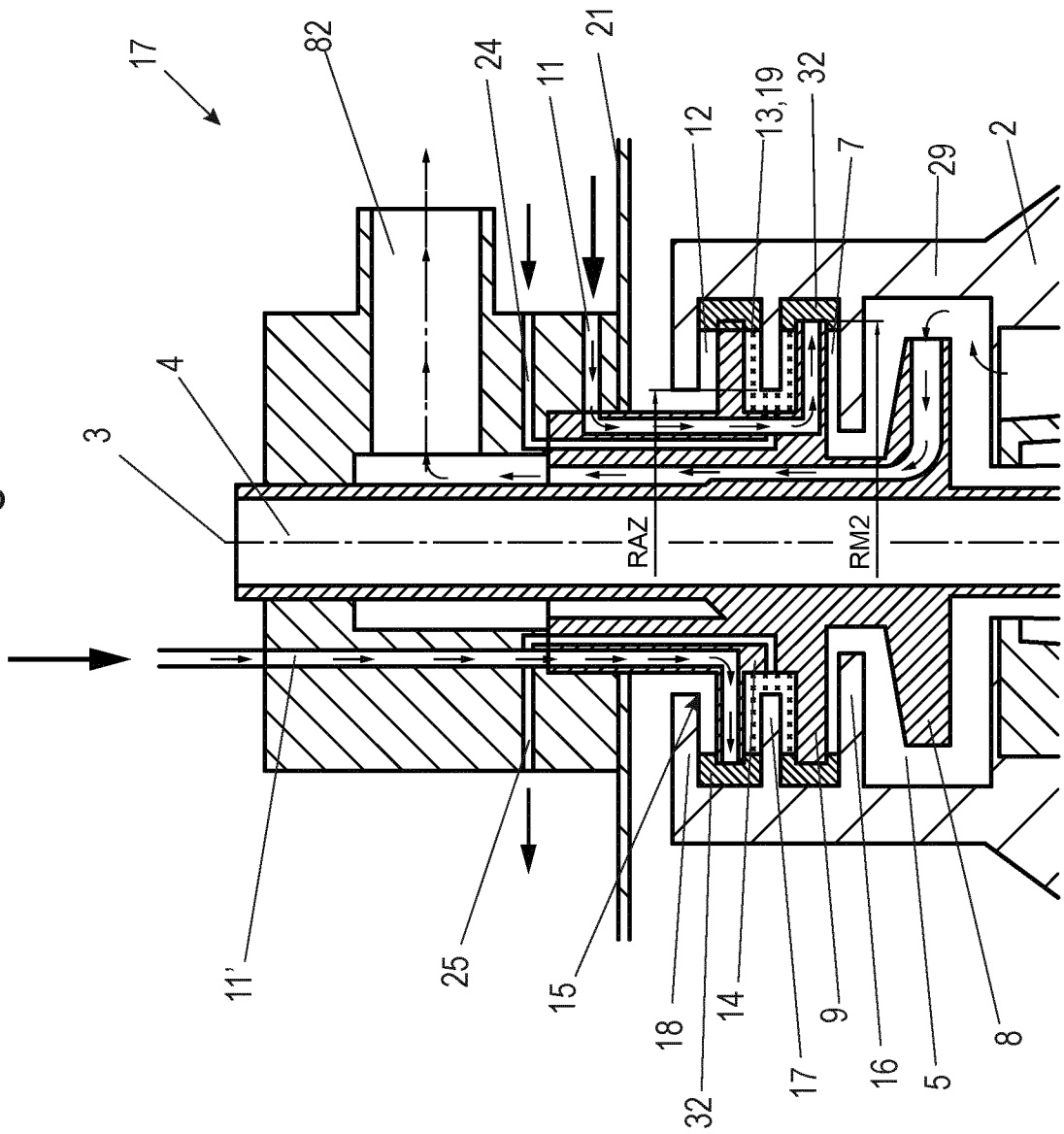


Fig. 6



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/EP2022/070874

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B04B 1/08(2006.01)i; ***B04B 11/08***(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B04B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	GB 616405 A (SEPARATOR AB) 20 January 1949 (1949-01-20)	1-7,11,13,14
Y	figures	1,9,11
A		15-19
Y	DE 657473 C (BERGEDORFER EISENWERK AG) 05 March 1938 (1938-03-05) figures	1,11
X,P	EP 3865218 A1 (GEA MECHANICAL EQUIPMENT GMBH [DE]) 18 August 2021 (2021-08-18)	1-8,10-13,20
Y,P	figures	9
Y	WO 2005014772 A1 (WESTFALIA SEPARATOR AG [DE]; SPIEKERMEIER BERND [DE] ET AL.) 17 February 2005 (2005-02-17) figures	9,11

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☑ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
19 November 2022	**29 November 2022**

Name and mailing address of the ISA/EP	Authorized officer
European Patent Office **p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk** **Netherlands**	**Kopacz, Ireneusz**
Telephone No. **(+31-70)340-2040** Facsimile No. **(+31-70)340-3016**	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/EP2022/070874

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
GB	616405	A	20 January 1949	FR	940649	A	17 December 1948
				GB	616405	A	20 January 1949
DE	657473	C	05 March 1938	NONE			
EP	3865218	A1	18 August 2021	NONE			
WO	2005014772	A1	17 February 2005	DE	10335191	B3	19 May 2005
				EP	1648993	A1	26 April 2006
				RU	2325823	C2	10 June 2008
				US	2006286206	A1	21 December 2006
				WO	2005014772	A1	17 February 2005

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2022/070874

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. B04B1/08 B04B11/08
ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
B04B

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)
EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X Y A	GB 616 405 A (SEPARATOR AB) 20. Januar 1949 (1949-01-20) Abbildungen	1-7,11, 13,14 1,9,11 15-19
Y	DE 657 473 C (BERGEDORFER EISENWERK AG) 5. März 1938 (1938-03-05) Abbildungen	1,11
X,P Y,P	EP 3 865 218 A1 (GEA MECHANICAL EQUIPMENT GMBH [DE]) 18. August 2021 (2021-08-18) Abbildungen	1-8, 10-13,20 9
Y	WO 2005/014772 A1 (WESTFALIA SEPARATOR AG [DE]; SPIEKERMEIER BERND [DE] ET AL.) 17. Februar 2005 (2005-02-17) Abbildungen	9,11

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung;; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung;; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
19. November 2022	29/11/2022

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Kopacz, Ireneusz

1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2022/070874

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
GB 616405 A	20-01-1949	FR 940649 A	17-12-1948
		GB 616405 A	20-01-1949
DE 657473 C	05-03-1938	KEINE	
EP 3865218 A1	18-08-2021	KEINE	
WO 2005014772 A1	17-02-2005	DE 10335191 B3	19-05-2005
		EP 1648993 A1	26-04-2006
		RU 2325823 C2	10-06-2008
		US 2006286206 A1	21-12-2006
		WO 2005014772 A1	17-02-2005