

(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
3. November 2016 (03.11.2016)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2016/174146 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
B01F 7/00 (2006.01) **B01F 3/10** (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2016/059506
- (22) Internationales Anmeldedatum:
28. April 2016 (28.04.2016)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
102015106512.6 28. April 2015 (28.04.2015) DE
- (71) Anmelder: **EKATO RÜHR- UND MISCHTECHNIK GMBH** [DE/DE]; Hohe-Flum-Straße 37, 79650 Schopfheim (DE).
- (72) Erfinder: **GEZORK, Klaus**; Mattenleestraße 6a, 79650 Schopfheim (DE). **HIMMELSBACH, Werner**; Felixstraße 3, 79618 Rheinfelden (DE).
- (74) Anwalt: **DAUB, Thomas**; Bahnhofstraße 5, 88662 Überlingen (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, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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)

(54) Title: STIRRING DEVICE

(54) Bezeichnung : RÜHRORGANVORRICHTUNG

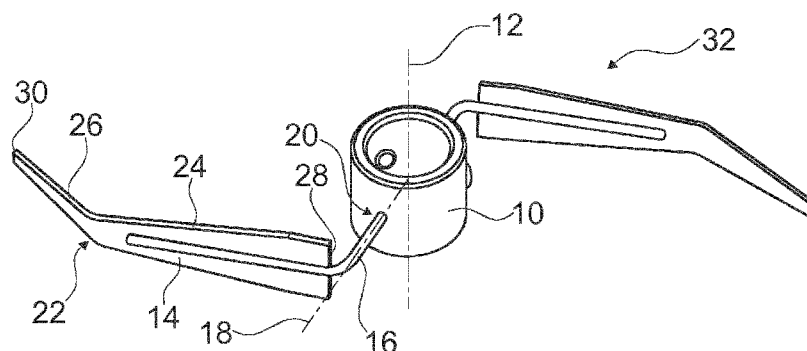


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a stirring device, in particular a radially conveying stirring device, in particular for mixing moderately viscous to highly viscous media, with at least one stirring device hub (10), which is provided for the purpose of rotating about a rotation axis (12), with at least one stirring blade (14), and with at least one support arm (16) which connects the stirring blade (14) to the stirring device hub (10), wherein at least one half-line (18) issuing from the rotation axis (12) exists which intersects a centre of gravity of a connection flange area (20) of the support arm (16) on the stirring device hub (10) and which is free from points of intersection with the stirring blade (14), and wherein the stirring blade (14) has at least one bend (22) which divides the stirring blade (14) into at least two stirring blade portions (24, 26).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Rührorganvorrichtung, insbesondere radialfördernde Rührorganvorrichtung, insbesondere zum Mischen mittelviskoser bis hochviskoser

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



Medien, mit zumindest einer Rührorgannabe (10), welche dazu vorgesehen ist, um eine Drehachse (12) zu rotieren, mit zumindest einem Rührblatt (14) und mit zumindest einem Tragarm (16), welcher das Rührblatt (14) mit der Rührorgannabe (10) verbindet, wobei zumindest eine von der Drehachse (12) ausgehende Halbgerade (18) existiert, welche einen Schwerpunkt eines Anbindungsflächenbereichs (20) des Tragarms (16) an die Rührorgannabe (10) schneidet und welche frei von Schnittpunkten mit dem Rührblatt (14) ist, und wobei das Rührblatt (14) zumindest eine Abkantung (22) aufweist, welche das Rührblatt (14) in zumindest zwei Rührblattabschnitte (24, 26) unterteilt.

Rührorganvorrichtung

Stand der Technik

Die Erfindung betrifft eine Rührorganvorrichtung nach dem Oberbegriff des
5 Anspruchs 1.

Es sind bereits radialfördernde Rührorgane zum Mischen viskoser Medien vorgeschlagen worden, mit einer Rührorgannabe, welche dazu vorgesehen ist, um eine Drehachse zu rotieren, mit mehreren Rührblättern und mit Tragarmen, welche die Rührblätter mit der Rührorgannabe verbinden.

10 Die DE 295 02443 U1 zeigt einen Mischer mit einem Mischtrog zur Aufnahme von Mischgut, enthaltend wenigstens ein auf einem Rotor angeordnetes und von oben in den Mischtrog hinein ragendes Mischwerkzeug, wobei der Rotor einen Spannsatz aufweist und das Mischwerkzeug mittels des Spannsatzes mit dem Rotor verbindbar ist.

15 Die DE 103 10 091 A1 zeigt eine Vorrichtung zur Durchführung von chemischen und physikalischen Prozessen, bei welchen fließfähige Substanzen miteinander vermischt werden, bestehend aus einem senkrechten zylindrischen Behälter mit Einlässen und Auslässen, sowie einer zentralen Welle und an dieser angeordneten, sich bis nahe zur Wandung erstreckenden, radialen Rührflügeln,
20 wobei die Rührflügel in Umfangsrichtung gesehen gekrümmt ausgebildet sind, wobei die Rührflügel als Rührorgane paarweise übereinander zu Gruppen zusammengefasst sind und wobei die Flügel des einen Organs der Gruppe radial konkav und die Flügel des anderen Organs radial konvex gekrümmt sind.

Die DE 28 31 192 C2 zeigt ein Verfahren zur Durchmischung eines in der Hauptsache flüssigen Reaktionsgemisches in einem Behälter durch Zufuhr von Mischenergie durch zwei in vertikaler und horizontaler Richtung versetzt zueinander in einem Rührwerkbehälter angeordnete Axialrührer, wobei in beiden

5 Rührbereichen durch unterschiedliche Drehzahlen der Axialrührer und/oder unterschiedliche Geometrie der Rührorgane der beiden Axialrührer gleiche Fördermengen in entgegengesetzten axialen Förderrichtungen bei entgegengesetzter Drehrichtung der Axialrührer zur Erzielung einer freien Turbulenz auf der Verbindungslinie zwischen den Stellen erzeugt werden, an

10 denen die Mischenergie zugeführt wird.

Die DE 31 43 287 C2 zeigt ein Rührwerk für Traubenmaische, das eine umlaufende Welle und blattförmige Mischflügel aufweist, die mindestens einen in einem Winkel schräg gegen die Umlaufrichtung angestellten ersten Abschnitt aufweisen, wobei sich an den ersten Abschnitt in mindestens einer Umlaufrichtung

15 gesehen ein zweiter in gleicher Richtung angestellter Flügelabschnitt anschließt, dessen Anstellwinkel kleiner als der des ersten Abschnitt ist.

Die DE 100 23 698 A1 zeigt eine Misch- und Auflösemaschine mit einer um eine vertikale Drehachse umlaufenden, nach oben fördernden Mischwendel, wobei der genannten ersten Mischwendel in axialer Richtung eine zweite Mischwendel

20 nachgeordnet ist und wobei sich zwischen den Mischwendeln in axialer Richtung eine Übergangszone erstreckt.

Die FR 2 346 977 A2 zeigt einen Mischtrog mit einem an einer Oberseite des Mischtrogs zentral angeordneten Mischer, welcher eine Antriebswelle mit unmittelbar an der Antriebswelle befestigten geschwungenen Rührblättern

25 aufweist, die in einen Innenraum des Mischtrogs von oben hineinragt.

Die Aufgabe der Erfindung besteht insbesondere darin, eine Rührorganvorrichtung mit verbesserten Eigenschaften hinsichtlich eines Mischverhaltens bereitzustellen. Die Aufgabe wird durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst, während

vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung den Unteransprüchen entnommen werden können.

Vorteile der Erfindung

Die Erfindung betrifft eine Rührorganvorrichtung, insbesondere radialfördernde
5 Rührorganvorrichtung, insbesondere zum Mischen mittelviskoser bis hochviskoser Medien, mit zumindest einer Rührorgannabe (10), welche dazu vorgesehen ist, um eine Drehachse (12) zu rotieren, mit zumindest einem Rührblatt (14) und mit zumindest einem Tragarm (16), welcher das Rührblatt (14) mit der Rührorgannabe (10) verbindet, wobei zumindest eine von der Drehachse (12) ausgehende
10 Halbgerade (18) existiert, welche einen Schwerpunkt eines Anbindungsflächenbereichs (20) des Tragarms (16) an die Rührorgannabe (10) schneidet und welche frei von Schnittpunkten mit dem Rührblatt (14) ist, und wobei das Rührblatt (14) zumindest eine Abkantung (22) aufweist, welche das Rührblatt (14) in zumindest zwei Rührblattabschnitte (24, 26) unterteilt. Vorteilhaft
15 weist die Rührorganvorrichtung mehrere, vorzugsweise zumindest im Wesentlichen zueinander identische, Rührblätter, insbesondere zumindest zwei, vorzugsweise genau zwei, Rührblätter, und/oder mehrere, vorzugsweise zumindest im Wesentlichen zueinander identische, Tragarme, insbesondere zumindest zwei, vorzugsweise genau zwei, Tragarme, auf. Unter der Wendung
20 „zumindest im Wesentlichen zueinander identisch“ soll dabei insbesondere, abgesehen von Fertigungstoleranzen, zueinander identisch verstanden werden.

Unter einer „Rührorganvorrichtung“ soll insbesondere zumindest ein Teil und/oder eine Baugruppe, insbesondere eine Unterbaugruppe, eines Rührorgans, insbesondere eines axialfördernden Rührorgans und vorteilhaft eines
25 radialfördernden Rührorgans, verstanden werden. Insbesondere kann die Rührorganvorrichtung auch das gesamte Rührorgan, insbesondere das gesamte axialfördernde Rührorgan und vorteilhaft das gesamte radialfördernde Rührorgan, umfassen. Insbesondere ist das Rührorgan dabei von einem Propeller und/oder Lüfterrad, insbesondere zum Fördern von Luft, verschieden. Die

Rührorganvorrichtung ist vorzugsweise dazu vorgesehen, in zumindest einem Betriebszustand eine Kolbenströmung zu erzeugen. Ferner soll unter einem „mittelviskosen bis hochviskosen Medium“ insbesondere ein, insbesondere einphasiges und/oder mehrphasiges Medium, insbesondere mit zumindest einer festen, zumindest einer flüssigen und/oder zumindest einer gasförmigen Phase, verstanden werden, welches insbesondere rheologisch deutlich nicht-newtonsche Eigenschaften aufweist, wie beispielsweise strukturviskose Medien und/oder Medien mit Fließgrenzen. Eine Viskosität und/oder eine scheinbare Viskosität des mittelviskosen bis hochviskosen Mediums, insbesondere am Rührorgan, liegt dabei, insbesondere bei Scherraten von 10/s, insbesondere ohne Gasanteile betrachtet, zwischen 0,5 Pa · s (Pascalsekunden) und 200 Pa · s, vorzugsweise zwischen 1 Pa · s und 100 Pa · s und besonders bevorzugt zwischen 2 Pa · s und 30 Pa · s. Das mittelviskose bis hochviskose Medium umfasst vorzugsweise Biomasse. Insbesondere führt das mittelviskose bis hochviskose Medium zu einer Reynolds-Zahl im Bereich zwischen 10 und 10000, vorteilhaft zwischen 15 und 8000, vorzugsweise zwischen 25 und 5000 und besonders bevorzugt zwischen 30 und 1000. Insbesondere ist die Rührorganvorrichtung derart ausgebildet, insbesondere durch eine spezielle Form und/oder ein spezielles Material, derartige mittelviskose bis hochviskose Medien zu bearbeiten.

Das Rührblatt ist insbesondere zumindest im Wesentlichen plattenartig und besonders bevorzugt einstückig ausgebildet. Das Rührblatt kann dabei insbesondere bei einer Betrachtung senkrecht zu einer Haupterstreckungsebene des Rührblatts eine beliebige, einem Fachmann als sinnvoll erscheinende, Kontur und/oder Form aufweisen, wie beispielsweise zumindest im Wesentlichen rechteckig, dreieckig und/oder trapezförmig. In diesem Zusammenhang soll unter einer „Haupterstreckungsebene“ eines Objekts insbesondere eine Ebene verstanden werden, welche parallel zu einer größten Seitenfläche eines kleinsten gedachten Quaders ist, welcher das Objekt gerade noch vollständig umschließt, und insbesondere durch einen Mittelpunkt, insbesondere einen geometrischen Mittelpunkt, des Quaders verläuft. Ferner soll unter einem „zumindest im

Wesentlichen“ rechteckigen, dreieckigen und/oder trapezförmigen Objekt, insbesondere ein Objekt verstanden werden, welches mit einem Volumenanteil von höchstens 40 %, vorteilhaft von höchstens 30 %, vorzugsweise von höchstens 20 % und besonders bevorzugt von höchstens 10 % von einem rechteckigen, dreieckigen und/oder trapezförmigen Referenzobjekt abweicht. Ferner soll unter „einstückig“ insbesondere zumindest stoffschlüssig verbunden verstanden werden. Der Stoffschluss kann beispielsweise durch einen Klebprozess, einen Schweißprozess, einen Lötprozess und/oder einen anderen, einem Fachmann als sinnvoll erscheinenden, Prozess hergestellt werden. Vorteilhaft soll unter

5 einstückig jedoch in einem Stück geformt verstanden werden. Vorzugsweise wird dieses ein Stück aus einem einzelnen Rohling und/oder einem Guss hergestellt. Die Rührorgannabe ist insbesondere dazu vorgesehen, in zumindest einem Betriebszustand zumindest eine Rührwelle aufzunehmen und/oder an der zumindest einen Rührwelle befestigt zu werden. Die zumindest eine Rührwelle

10 definiert dabei insbesondere die Drehachse. Vorteilhaft ist die Drehachse parallel zu einer Haupterstreckungsrichtung der Rührwelle angeordnet. Besonders bevorzugt erstreckt sich die Drehachse dabei, insbesondere bei einer Betrachtung senkrecht zur Haupterstreckungsebene der Rührwelle, durch einen, insbesondere geometrischen, Mittelpunkt der Rührwelle. Unter einer

15 „Haupterstreckungsrichtung“ eines Objekts soll insbesondere eine Richtung verstanden werden, welche parallel zu einer längsten Kante eines kleinsten geometrischen Quaders ist, welcher das Objekt gerade noch vollständig umschließt. Vorteilhaft ist die Rührorgannabe einstückig ausgebildet. Die zumindest eine Rührorgannabe ist dabei insbesondere zur Befestigung des

20 Rührblatts vorgesehen. Vorzugsweise ist das Rührblatt in einem montierten Zustand derart an der Rührorgannabe angeordnet, dass die Haupterstreckungsebene des Rührblatts und die Drehachse zumindest im Wesentlichen parallel zueinander orientiert sind. Unter „zumindest im Wesentlichen parallel“ soll dabei insbesondere eine Ausrichtung zumindest einer

25 Richtung relativ zu wenigstens einer Bezugsrichtung, insbesondere in einer Ebene, verstanden werden, wobei die Richtung gegenüber der Bezugsrichtung

30

eine Abweichung insbesondere kleiner als 8° , vorteilhaft kleiner als 5° und besonders vorteilhaft kleiner als 2° aufweist. Unter „vorgesehen“ soll insbesondere speziell ausgelegt und/oder ausgestattet verstanden werden. Darunter, dass ein Objekt zu einer bestimmten Funktion vorgesehen ist, soll insbesondere

5 verstanden werden, dass das Objekt diese bestimmte Funktion in zumindest einem Anwendungs- und/oder Betriebszustand erfüllt und/oder ausführt. Der Tragarm kann als beliebiges, einem Fachmann als sinnvoll erscheinendes, Anbindungselement, insbesondere Halteelement, ausgebildet sein, wie beispielsweise als Trageplatte. Vorzugsweise ist der Tragarm jedoch als

10 stabförmiger Holm ausgebildet. Besonders bevorzugt ist der Tragarm einstückig ausgebildet. Der Tragarm ist dabei insbesondere frei von scharfen Kanten. Darüber hinaus soll unter einem „Anbindungsflächenbereich“ insbesondere ein Flächennahbereich und/oder eine Kontaktfläche verstanden werden, an welchem der Tragarm mit der Rührorgannabe verbunden ist. In diesem Zusammenhang soll

15 unter einem „Flächennahbereich“ insbesondere ein räumlicher Flächenbereich verstanden werden, welcher aus Punkten gebildet ist, die jeweils einen Abstand von höchstens 5 %, vorteilhaft von höchstens 2 %, vorzugsweise von höchstens 0,5 % und besonders bevorzugt von höchstens 0,1 % eines gesamten Rührorgandurchmessers von einem Referenzpunkt aufweisen.

20 Insbesondere kann das Rührblatt, die Rührorgannabe und/oder der Tragarm zumindest teilweise, vorzugsweise zu wenigstens einem Großteil und besonders bevorzugt vollständig aus einer Legierung und/oder einem Metall, insbesondere Edelstahl, Duplexstahl und/oder Titan, bestehen. Vorteilhaft bestehen das Rührblatt, die Rührorgannabe und/oder der Tragarm aus demselben Material.

25 Unter dem Ausdruck „zu wenigstens einem Großteil“ soll dabei insbesondere zu zumindest 50 %, vorzugsweise zu zumindest 70 % und besonders bevorzugt zu zumindest 90 % verstanden werden. Durch diese Ausgestaltung kann eine Rührorganvorrichtung mit verbesserten Eigenschaften hinsichtlich eines Mischverhaltens bereitgestellt werden. Dabei kann ein Förderverhalten in radialer

30 Richtung gezielt beeinflusst und ein axialer Stoffaustausch zwischen einzelnen

Rührstufen minimiert werden, wodurch vorteilhaft eine enge Verweilzeitverteilung erreicht werden kann. Dabei kann das mittelviskose bis hochviskose Medium auch in der Nähe einer Behälterwand vorteilhaft gemischt und Totzonen können wirkungsvoll vermieden werden. Zudem kann insbesondere ein gleichmäßiger
5 Leistungseintrag, insbesondere zeitlicher und/oder räumlicher Leistungseintrag, in das mittelviskose bis hochviskose Medium erreicht werden. Ferner kann vorteilhaft eine konstruktiv einfache und vorteilhaft kosteneffiziente Rührorganvorrichtung bereitgestellt werden. Zudem können durch eine optimierte Geometrie des Rührorgans mit einem vorteilhaft reduzierten Leistungsbeiwert, Betriebszeiten,
10 insbesondere beim Rühren und/oder Mischen mittelviskoser bis hochviskoser Medien, insbesondere zum Aufschluss von Biomasse, verringert und vorteilhaft Kosten reduziert werden.

Ferner wird vorgeschlagen, dass bei einer Betrachtung in Richtung der Drehachse eine Haupterstreckungsrichtung des Rührblatts mit der Halbgeraden einen Winkel
15 zwischen 45° und 135° , vorzugsweise zwischen 55° und 125° und besonders bevorzugt zwischen 70° und 110° einschließt. Hierdurch kann vorteilhaft eine zumindest im Wesentlichen radiale Strömung erzeugt werden.

Der Tragarm könnte beispielsweise zumindest im Wesentlichen gerade und/oder geschwungen, insbesondere bogenförmig und/oder S-förmig, ausgebildet sein.

20 Vorteilhaft ist der Tragarm jedoch zumindest im Wesentlichen L-förmig ausgebildet, wodurch ein vorteilhafter Fluidstrom, insbesondere eines mittelviskosen bis hochviskosen Mediums, insbesondere in einem Nahbereich der Rührwelle, erzeugt werden kann.

Ist der Tragarm zumindest im Wesentlichen auf halber Höhe des Rührblatts,
25 insbesondere zentral an dem Rührblatt, angeordnet, kann ein Fluidstrom weiter optimiert werden. Unter der Wendung „zumindest im Wesentlichen auf halber Höhe“ soll insbesondere verstanden werden, dass ein Abstand des Tragarms von einem zentralen Anbindungspunkt des Rührblatt höchstens 0,5 %, vorzugsweise

höchstens 0,1 % und besonders bevorzugt höchstens 0,05 % eines gesamten Rührorgandurchmessers entspricht.

In einer Ausgestaltung der Erfindung wird vorgeschlagen, dass das Rührblatt vorteilhaft n Abkantungen aufweist, welche das Rührblatt in zumindest zwei und vorteilhaft $n+1$ Rührblattabschnitte unterteilt. In diesem Fall entspricht n insbesondere einer ganzen Zahl zwischen 1 und 25, vorteilhaft zwischen 1 und 15, vorzugsweise zwischen 1 und 10 und besonders bevorzugt zwischen 1 und 5. Ein Kantungswinkel, insbesondere Innenwinkel, der Abkantung liegt dabei insbesondere zwischen 91° und 175° , vorzugsweise zwischen 105° und 165° und besonders bevorzugt zwischen 130° und 160° . Hierdurch kann vorteilhaft eine Flexibilität gesteigert werden.

Vorzugsweise ist die Abkantung, insbesondere eine Biegeachse der Abkantung, zumindest im Wesentlichen parallel zu der Drehachse angeordnet. Hierdurch kann vorteilhaft ein Förderverhalten in radialer Richtung an verschiedene Bedürfnisse angepasst werden.

Des Weiteren wird vorgeschlagen, dass eine Haupterstreckungslänge der Rührblattabschnitte von einer Rührblattinnenkante des Rührblatts in Richtung einer Rührblattaußenkante des Rührblatts abnimmt. Vorteilhaft weist ein innerster Rührblattabschnitt dabei eine Haupterstreckungslänge zwischen 2 % und 45 %, vorteilhaft zwischen 10 % und 40 %, vorzugsweise zwischen 20 % und 35 % und besonders bevorzugt zwischen 27 % und 31 %, eines gesamten Rührorgandurchmessers auf. In diesem Zusammenhang soll unter einer „Haupterstreckungslänge“ eines Objekts insbesondere eine Länge, insbesondere des Objekts, verstanden werden, welche parallel zu einer längsten Kante eines kleinsten geometrischen Quaders ist, welcher das Objekt gerade noch vollständig umschließt. Unter einer „Rührblattinnenkante“ des Rührblatts soll ferner insbesondere eine Rührblattkante, insbesondere Seitenfläche, des Rührblatts verstanden werden, welche insbesondere in einem montierten Zustand und/oder in zumindest einem Betriebszustand der Drehachse und/oder der Rührorgannabe

zugewandt ist. Unter einer „Rührblattaußenkante“ des Rührblatts soll insbesondere eine Rührblattkante, insbesondere Seitenfläche, des Rührblatts verstanden werden, welche insbesondere in einem montierten Zustand und/oder in zumindest einem Betriebszustand der Drehachse und/oder der Rührorgannabe abgewandt ist. Hierdurch kann insbesondere ein Mischverhalten optimiert werden und ein radiales sowie axiales Förderverhalten individuell angepasst werden.

In einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung wird vorgeschlagen, dass eine Blatthöhe des Rührblatts in Richtung einer Rührblattaußenkante des Rührblatts abnimmt. Vorteilhaft ändert sich die Blatthöhe dabei zumindest in einem mittleren

Bereich des Rührblatts, insbesondere bezogen auf eine Hauptstreckungsrichtung des Rührblatts, und/oder einem äußeren Bereich des Rührblatts, insbesondere bezogen auf eine Hauptstreckungsrichtung des Rührblatts, streng monoton, vorteilhaft linear. Besonders bevorzugt ist die Blatthöhe zumindest in einem inneren Bereich des Rührblatts, insbesondere bezogen auf eine Hauptstreckungsrichtung des Rührblatts, konstant, wodurch insbesondere ein Einführen und/oder Einfädeln des Rührorgans in ein Mannloch vereinfacht werden kann. Alternativ ist denkbar, dass sich die Blatthöhe im inneren Bereich des Rührblatts, insbesondere bezogen auf eine

Hauptstreckungsrichtung des Rührblatts, streng monoton, vorteilhaft linear, ändert. Unter einer „Blatthöhe“ des Rührblatts soll insbesondere eine Erstreckung des Rührblatts verstanden werden, welche, insbesondere in einem montierten Zustand und/oder in zumindest einem Betriebszustand, zumindest im Wesentlichen parallel zur Drehachse angeordnet ist. Ferner soll unter einem

„inneren Bereich“ des Rührblatts insbesondere ein Bereich des Rührblatts verstanden werden, welcher insbesondere in einem montierten Zustand und/oder in zumindest einem Betriebszustand der Drehachse und/oder der Rührorgannabe zugewandt ist. Unter einem „äußeren Bereich“ des Rührblatts soll insbesondere ein Bereich des Rührblatts verstanden werden, welcher insbesondere in einem montierten Zustand und/oder in zumindest einem Betriebszustand der Drehachse und/oder der Rührorgannabe abgewandt ist. Unter einem „mittleren Bereich“ des

Rührblatts soll insbesondere ein Bereich des Rührblatts verstanden werden, welcher insbesondere in einem montierten Zustand und/oder in zumindest einem Betriebszustand unmittelbar an den inneren Bereich und den äußeren Bereich angrenzt. Hierdurch kann insbesondere eine Homogenität eines

- 5 Leistungseintrags, insbesondere eines zeitlichen und/oder räumlichen Leistungseintrags, in das mittelviskose bis hochviskose Medium und ein, insbesondere radiales, Strömungsverhalten entlang des Rührblatts verbessert werden.

- Ein besonders vorteilhaftes Strömungsverhalten kann erreicht werden, wenn eine
10 Blatthöhe des Rührblatts in einem Nahbereich einer Rührblattinnenkante des Rührblatts zwischen 1 % und 30 %, vorzugsweise zwischen 3 % und 20 % und besonders bevorzugt zwischen 5 % und 15 % eines gesamten Rührorgandurchmessers entspricht. Unter einem „Nahbereich“ soll insbesondere ein räumlicher Bereich verstanden werden, welcher aus Punkten gebildet ist, die
15 jeweils einen Abstand von höchstens 10 %, vorteilhaft von höchstens 5 %, vorzugsweise von höchstens 2 % und besonders bevorzugt von höchstens 1 % eines gesamten Rührorgandurchmessers von einem Referenzpunkt und/oder einem Referenzbauteil aufweisen.

- Entspricht eine Blatthöhe des Rührblatts in einem Nahbereich einer
20 Rührblattaußenkante des Rührblatts zwischen 0,5 % und 15 % und vorzugsweise zwischen 1 % und 5 % eines gesamten Rührorgandurchmessers, kann insbesondere ein optimierter Leistungseintrag erreicht werden.

- In einer besonders bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung wird vorgeschlagen, dass die Rührorgannabe, der Tragarm und das Rührblatt zumindest teilweise
25 einstückig und vorteilhaft einstückig miteinander ausgebildet sind. Hierdurch kann insbesondere eine Stabilität der Rührorganvorrichtung erhöht werden. Zudem kann eine Dauerfestigkeit und/oder eine Standzeit erhöht werden, wodurch insbesondere Wartungs- und Austauschintervalle verringert und Ausfallzeiten wesentlich verkürzt werden können.

Ferner wird ein Rührsystem mit zumindest einem, insbesondere vertikal angeordneten, Behälter, insbesondere Druckbehälter, insbesondere zu einer Aufnahme mittelviskoser bis hochviskoser Medien, und mit zumindest zwei in dem Behälter angeordneten Rührorganen mit jeweils zumindest einer

5 Rührorganvorrichtung vorgeschlagen. Das Rührsystem kann dabei insbesondere zumindest eine Rührwelle umfassen. Die Rührorgane sind dabei vorteilhaft an der, insbesondere gemeinsamen, Rührwelle und insbesondere in vertikaler Richtung übereinander angeordnet. Vorteilhaft bilden die Rührorgane zumindest zwei Rührstufen aus. Besonders bevorzugt bildet jedes Rührorgan zumindest eine,

10 vorteilhaft genau eine, Rührstufe aus. Insbesondere definiert jedes der Rührorgane und/oder jede Rührstufe zumindest ein Kompartiment, insbesondere einen Mischraum, des Behälters. Insbesondere bei hochviskosen Medien kann jedes der Rührorgane und/oder jede Rührstufe auch zumindest zwei, vorteilhaft genau zwei, Kompartimente ausbilden. Vorzugsweise ist eine Drehachse dabei

15 insbesondere parallel zu einer, insbesondere vertikal angeordneten, Behälterachse und/oder dem Behälter angeordnet. Vorzugsweise kann das Rührsystem auch mehrere Rührorgane, insbesondere zumindest drei, zumindest vier und/oder zumindest fünf Rührorgane, umfassen, welche insbesondere an einer, insbesondere gemeinsamen, Rührwelle, insbesondere übereinander,

20 angeordnet und/oder befestigt sein können. Das Rührsystem kann ferner insbesondere zumindest ein, insbesondere in dem Behälter angeordnetes, mittelviskoses bis hochviskoses Medium umfassen. Bevorzugt durchströmt das mittelviskose bis hochviskose Medium den Behälter, vorteilhaft kontinuierlich, in axialer Richtung, insbesondere von oben nach unten, insbesondere aufgrund

25 einer externen und/oder extern aufgeprägten Strömungskomponente. Ferner ist das Rührsystem insbesondere dazu vorgesehen, in zumindest einem Betriebszustand eine Kolbenströmung zu erzeugen. Vorteilhaft ist das Rührsystem dazu vorgesehen, eine zumindest im Wesentlichen radiale Strömung zu erzeugen und insbesondere eine, insbesondere zusätzliche, insbesondere durch die

30 Rührorgane erzeugte, axiale Strömung, insbesondere bezogen auf die Drehachse und/oder Behälterachse, zumindest im Wesentlichen zu unterdrücken und/oder zu

verhindern. Darunter, dass ein Objekt dazu vorgesehen ist, eine „axiale Strömung zumindest im Wesentlichen zu unterdrücken“ soll in diesem Zusammenhang insbesondere verstanden werden, dass das Objekt dazu vorgesehen ist, ein Strömungsverhalten derart zu beeinflussen, dass eine, insbesondere zusätzliche, durch das Objekt aufgeprägte axiale Strömung höchstens 30 %, vorteilhaft höchstens 20 %, vorzugsweise höchstens 10 % und besonders bevorzugt höchstens 5 % einer gesamten und/oder effektiven axialen Strömung entspricht. Hierdurch kann ein, insbesondere im Hinblick auf ein Mischverhalten, optimiertes und langlebiges Rührsystem bereitgestellt werden, wobei ein Förderverhalten in radialer Richtung gezielt beeinflusst und ein axialer Stoffaustausch zwischen einzelnen Rührstufen und/oder einzelnen Kompartments zumindest teilweise und vorzugsweise zu wenigstens einem Großteil unterdrückt werden kann, wodurch vorteilhaft eine enge Verweilzeitverteilung in den einzelnen Rührstufen und/oder Kompartments erreicht werden kann. Zudem kann durch die spezielle Ausgestaltung der Rührorganvorrichtung ein Rührorgan bereitgestellt werden, welches vorteilhaft an eine Geometrie des Behälters angepasst ist, wodurch insbesondere eine nahezu optimale Kolbenströmung erreicht werden kann.

Zudem umfasst die Erfindung ein Verfahren zum Betrieb eines Rührsystems, wobei ein in einem Behälter angeordnetes mittelviskoses bis hochviskoses Medium derart gemischt wird, dass eine, insbesondere zusätzliche, insbesondere durch Rührorgane erzeugte, axiale Strömung zumindest im Wesentlichen unterdrückt wird und insbesondere eine, zumindest im Wesentlichen, radiale Strömung erzeugt wird. Vorteilhaft kann das Rührsystem den, insbesondere vertikal angeordneten, Behälter, insbesondere Druckbehälter, insbesondere zu einer Aufnahme mittelviskoser bis hochviskoser Medien, zumindest zwei in dem Behälter angeordnete Rührorgane, zumindest eine Rührwelle und/oder zumindest ein, insbesondere in dem Behälter angeordnetes, mittelviskoses bis hochviskoses Medium umfassen. Vorzugsweise kann das Rührsystem auch mehrere Rührorgane, insbesondere zumindest drei, zumindest vier und/oder zumindest fünf Rührorgane, umfassen, welche insbesondere an einer, insbesondere

gemeinsamen, Rührwelle, insbesondere übereinander, angeordnet und/oder befestigt sein können. Besonders bevorzugt entspricht das Rührsystem dem zuvor genannten Rührsystem, wobei die zumindest zwei in dem Behälter angeordneten Rührorgane jeweils zumindest eine Rührorganvorrichtung, insbesondere radialfördernden Rührorganvorrichtung, insbesondere zum Mischen mittelviskoser bis hochviskoser Medien, umfassen, mit zumindest einer Rührorgannabe, welche 5 dazu vorgesehen ist, um eine Drehachse zu rotieren, mit zumindest einem Rührblatt und mit zumindest einem Tragarm, welcher das Rührblatt mit der Rührorgannabe verbindet, wobei zumindest eine von der Drehachse ausgehende 10 Halbgerade existiert, welche einen Schwerpunkt eines Anbindungsflächenbereichs des Tragarms an die Rührorgannabe schneidet und welche frei von Schnittpunkten mit dem Rührblatt ist. Hierdurch kann ein Mischverhalten vorteilhaft verbessert werden.

Vorteilhaft bilden die zumindest zwei Rührorgane zumindest zwei Rührstufen aus 15 und es wird in dem Behälter eine Kolbenströmung erzeugt, wobei das mittelviskose bis hochviskose Medium insbesondere derart gemischt wird, dass eine mittlere Verweilzeit wenigstens in den einzelnen Rührstufen zumindest im Wesentlichen identisch, insbesondere abgesehen von Betriebstoleranzen identisch, ist. Hierdurch kann insbesondere ein optimiertes Mischverhalten erreicht 20 werden, wobei vorteilhaft eine zumindest im Wesentlichen radiale Strömung erzeugt und insbesondere eine, insbesondere durch die Rührorgane initiierte, axiale Strömung zumindest im Wesentlichen verhindert werden kann. Zudem kann insbesondere ein axialer Produktaustausch zwischen den Kompartments zumindest teilweise unterdrückt werden.

25 Die Rührorganvorrichtung soll hierbei nicht auf die oben beschriebene Anwendung und Ausführungsform beschränkt sein. Insbesondere kann die Rührorganvorrichtung zu einer Erfüllung einer hierin beschriebenen Funktionsweise eine von einer hierin genannten Anzahl von einzelnen Elementen, Bauteilen und Einheiten abweichende Anzahl aufweisen.

Zeichnungen

Weitere Vorteile ergeben sich aus der folgenden Zeichnungsbeschreibung. In den Zeichnungen ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt. Die Zeichnungen, die Beschreibung und die Ansprüche enthalten zahlreiche Merkmale in Kombination. Der Fachmann wird die Merkmale zweckmäßigerweise auch
5 einzeln betrachten und zu sinnvollen weiteren Kombinationen zusammenfassen.

Es zeigen:

- Fig. 1 ein als Radialrührer ausgebildetes Rührorgan mit einer Rührorganvorrichtung in einer perspektivischen Darstellung,
- 10 Fig. 2 das Rührorgan bei Betrachtung in Richtung einer Drehachse,
- Fig. 3 das Rührorgan in einer Seitansicht und
- Fig. 4 ein Rührsystem mit einem Behälter und mehreren Rührorganen aus den Figuren 1 bis 3.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

- 15 Die Figuren 1 bis 3 zeigen ein als Radialrührer ausgebildetes Rührorgan 32 in einem vollständig montierten Zustand in einer perspektivischen Darstellung (vgl. Figur 1), in einer Draufsicht (vgl. Figur 2) und in einer Seitenansicht (vgl. Figur 3). Das Rührorgan 32 ist im vorliegenden Fall einstückig ausgebildet. Alternativ ist denkbar, ein Rührorgan mehrteilig auszubilden, wie beispielsweise mittels
- 20 zumindest einer Schraubverbindung. Das Rührorgan 32 umfasst eine, insbesondere radialfördernde, Rührorganvorrichtung. Die Rührorganvorrichtung ist zum Mischen hochviskoser Medien vorgesehen. Im vorliegenden Fall ist die Rührorganvorrichtung zum Aufschluss von Biomasse und insbesondere zur Verwendung bei der Ethanolherstellung vorgesehen.
- 25 Die Rührorganvorrichtung weist eine Rührorgannabe 10 auf. Die Rührorgannabe 10 ist im vorliegenden Fall einstückig ausgebildet. Die Rührorgannabe 10 besteht vollständig aus Edelstahl. Alternativ ist jedoch auch denkbar, eine Rührorgannabe

- mehrteilig auszubilden. Dabei könnte die Rührorgannabe beispielsweise zweiteilig und/oder vierteilig, bevorzugt mit identischen Rührorgannabenteilen, ausgebildet sein. Die Rührorgannabe 10 ist dazu vorgesehen, in zumindest einem Betriebszustand eine Rührwelle 36 (vgl. insbesondere Figur 4) aufzunehmen. Die Rührorgannabe 10 ist dazu vorgesehen, an der Rührwelle 36 befestigt zu werden. Eine Ausrichtung der Rührwelle 36 definiert eine Drehachse 12 der Rührorganvorrichtung. Die Rührorgannabe 10 ist dabei dazu vorgesehen, um die Drehachse 12 zu rotieren. Die Rührorgannabe 10 ist im vorliegenden Fall dazu vorgesehen, in beide Richtungen um die Drehachse 12 zu rotieren.
- 10 Zudem umfasst die Rührorganvorrichtung mehrere Rührblätter 14. Im vorliegenden Fall umfasst die Rührorganvorrichtung zwei Rührblätter 14. Der Übersichtlichkeit halber ist in den Figuren 1 bis 3 lediglich eines der Rührblätter 14 mit Bezugszeichen versehen. Die Rührblätter 14 sind zumindest im Wesentlichen zueinander identisch ausgebildet. Die Rührblätter 14 sind zumindest im Wesentlichen plattenförmig ausgebildet. Die Rührblätter 14 weisen eine zumindest im Wesentlichen konstante Materialstärke auf. Die Rührblätter 14 sind einstückig ausgebildet. Die Rührblätter 14 bestehen vollständig aus Edelstahl. Die Rührblätter 14 sind bei einer Betrachtung senkrecht zu einer Haupterstreckungsebene des jeweiligen Rührblatts 14 zumindest im Wesentlichen trapezförmig ausgebildet (vgl. insbesondere Figur 3). Die Rührblätter 14 weisen jeweils eine Rührblattinnenkante 28 und eine Rührblattaußenkante 30 auf. Ferner sind die Rührblätter 14 in Winkelabständen von etwa 180° zueinander angeordnet. Alternativ könnte eine Rührorganvorrichtung auch drei Rührblätter, welche insbesondere in Winkelabständen von 120° zueinander angeordnet sind, und/oder vier Rührblätter, welche insbesondere in Winkelabständen von 90° zueinander angeordnet sind, aufweisen. Alternativ ist auch denkbar, dass eine Rührorganvorrichtung mehr als vier Rührblätter, wie beispielsweise zumindest fünf, zumindest sechs, zumindest acht und/oder zumindest zehn Rührblätter aufweist. Die Rührblätter 14 sind beabstandet von der Rührorgannabe 10 angeordnet. Die Rührblätter 14 sind in einem montierten Zustand, derart an der

Rührorgannabe 10 angeordnet, dass die Haupterstreckungsebene des jeweiligen Rührblatts 14 und die Drehachse 12 zumindest im Wesentlichen parallel zueinander orientiert sind. Im vorliegenden Fall sind die Rührblätter 14 mittelbar an der Rührorgannabe 10 befestigt.

- 5 Dazu umfasst die Rührorganvorrichtung mehrere Tragarme 16. Im vorliegenden Fall umfasst die Rührorganvorrichtung zwei Tragarme 16. Jeder Tragarm 16 ist einem der Rührblätter 14 zugeordnet. Der Übersichtlichkeit halber ist in den Figuren 1 bis 3 wiederum lediglich einer der Tragarme 16 mit Bezugszeichen
10 versehen. Die Tragarme 16 sind zumindest im Wesentlichen zueinander identisch ausgebildet. Die Tragarme 16 sind einstückig ausgebildet. Die Tragarme 16 bestehen vollständig aus Edelstahl. Die Tragarme 16 sind jeweils als stabförmiger Holm ausgebildet. Die Tragarme 16 sind zumindest im Wesentlichen
15 zylinderförmig, insbesondere kreiszylinderförmig, ausgebildet. Im vorliegenden Fall sind die Tragarme 16 bei einer Betrachtung senkrecht zur Drehachse 12 zumindest im Wesentlichen L-förmig ausgebildet.

- Die Tragarme 16 sind dazu vorgesehen, die Rührblätter 14 mit der Rührorgannabe 10 zu verbinden. Dazu sind die Tragarme 16 einerseits an der Rührorgannabe 10 und andererseits an einem der Rührblätter 14 befestigt. Im vorliegenden Fall sind die Tragarme 16 einstückig mit der Rührorgannabe 10
20 ausgebildet. Eine Kontaktfläche zwischen dem jeweiligen Tragarm 16 und der Rührorgannabe 10 entspricht einem Anbindungsflächenbereich 20 des Tragarms 16 an die Rührorgannabe 10. Ein Winkel zwischen den Tragarmen 16 und der Drehachse 12 entspricht im vorliegenden Fall 90° . Alternativ ist jedoch auch denkbar, dass zumindest ein Tragarm mit einer Drehachse einen von 90°
25 abweichenden Winkel aufweist. Ferner sind die Tragarme 16 einstückig mit dem jeweiligen Rührblatt 14 ausgebildet. Die Tragarme 16 sind auf halber Höhe des jeweiligen Rührblatts 14, insbesondere zentral an dem jeweiligen Rührblatt 14, angeordnet. Die Tragarme 16 erstrecken sich zu wenigstens einem Großteil parallel zu einer Haupterstreckungsrichtung 38 des jeweiligen Rührblatts 14. Die
30 Tragarme 16 erstrecken sich zu wenigstens einem Großteil entlang einer

Haupterstreckungslänge des Rührblatts 14. Eine Materialstärke der Tragarme 16 und/oder ein Durchmesser der Tragarme 16 ist dabei zumindest im Wesentlichen konstant. Alternativ ist denkbar, dass eine Materialstärke von Tragarmen und/oder ein Durchmesser der Tragarme in Richtung einer Rührblattaußenkante abnimmt.

- 5 Zudem sind auch sämtliche weitere, einem Fachmann als sinnvoll erscheinende, Befestigungsmöglichkeiten denkbar. Insbesondere ist denkbar, dass zumindest ein Tragarm in einem montierten Zustand zumindest teilweise und/oder vollständig kraftschlüssig und/oder formschlüssig, wie insbesondere durch eine Schraubverbindung und/oder eine Steckverbindung mit einem Rührblatt und/oder
- 10 einer Rührorgannabe verbunden ist. Zudem ist denkbar, eine Rührorgannabe, zumindest ein Tragarm und/oder zumindest ein Rührblatt aus einem anderen, einem Fachmann als sinnvoll erscheinenden, Material auszubilden, wie beispielsweise Edelstahl.

- Im Folgenden wird nun lediglich eine Ausgestaltung eines der Rührblätter 14 und des dem Rührblatt 14 zugeordneten Tragarms 16 beschrieben, wobei die folgende
- 15 Beschreibung auf das andere, insbesondere zumindest im Wesentlichen identisch ausgebildete, Rührblatt und den anderen, insbesondere zumindest im Wesentlichen identisch ausgebildeten, Tragarm übernommen werden kann.

- Im vorliegenden Fall existiert eine Halbgerade 18, welche von der Drehachse 12
- 20 ausgeht und einen Schwerpunkt des Anbindungsflächenbereichs 20 des Tragarms 16 an die Rührorgannabe 10 schneidet und welche frei von Schnittpunkten mit dem Rührblatt 14 ist. Zudem schließt die Haupterstreckungsrichtung 38 des Rührblatts 14 mit der Halbgeraden 18 einen Winkel α von etwa 105° ein.

- Ferner weist das Rührblatt 14 eine Abkantung 22 auf. Die Abkantung 22 ist
- 25 parallel zu der Drehachse 12 angeordnet. Die Abkantung 22 ist auf einer der Rührblattaußenkante 30 zugewandten Seite des Rührblatts 14 angeordnet. Ein Kantungswinkel β der Abkantung 22 liegt bei etwa 150° . Die Abkantung 22 unterteilt das Rührblatt 14 in zwei Rührblattabschnitte 24, 26. Eine Haupterstreckungslänge der Rührblattabschnitte 24, 26 nimmt von der

Rührblattinnenkante 28 in Richtung der Rührblattaußenkante 30 ab. Ein innerer Rührblattabschnitt 24 der Rührblattabschnitte 24, 26 weist eine Haupterstreckungslänge von etwa 29 % eines gesamten Rührorgandurchmessers auf. Ein äußerer Rührblattabschnitt 26 der Rührblattabschnitte 24, 26 weist eine
5 Haupterstreckungslänge von etwa 10 % eines gesamten Rührorgandurchmessers auf. Alternativ ist denkbar, dass ein Rührblatt mehrere Abkantungen, wie beispielsweise zumindest zwei und/oder zumindest drei Abkantungen, aufweist.

Darüber hinaus nimmt eine Blatthöhe des Rührblatts 14, insbesondere eine Erstreckung des Rührblatts 14 in Richtung der Drehachse 12, in Richtung der
10 Rührblattaußenkante 30 ab. In einem inneren Bereich des Rührblatts 14 ist die Blatthöhe des Rührblatts 14 konstant. In einem mittleren Bereich des Rührblatts 14 ändert sich die Blatthöhe des Rührblatts 14 linear. In einem äußeren Bereich des Rührblatts 14 ändert sich die Blatthöhe des Rührblatts 14 linear. Im vorliegenden Fall entspricht eine Steigung einer Änderung der Blatthöhe des
15 Rührblatts 14 im mittleren Bereich zumindest im Wesentlichen einer Steigung einer Änderung der Blatthöhe des Rührblatts 14 im äußeren Bereich. Eine Blatthöhe des Rührblatts 14 in einem Nahbereich der Rührblattinnenkante 28 entspricht im vorliegenden Fall etwa 8 % eines gesamten Rührorgandurchmessers. Ferner entspricht eine Blatthöhe des Rührblatts 14 in
20 einem Nahbereich der Rührblattaußenkante 30 etwa 2 % eines gesamten Rührorgandurchmessers. Alternativ ist denkbar, dass sich eine Blatthöhe des Rührblatts über eine gesamte Längserstreckung des Rührblatts linear ändert.

Figur 4 zeigt ein beispielhaftes, insbesondere kontinuierlich betriebenes und durchströmtes, Rührsystem mit einem vertikal angeordneten Behälter 34 und
25 mehreren in dem Behälter 34 angeordneten Rührorganen 32. Im vorliegenden Fall sind in dem Behälter 34 zumindest zwei Rührorgane 32 angeordnet. Die Rührorgane 32 sind zumindest im Wesentlichen zueinander identisch ausgebildet. Die Rührorgane 32 entsprechen dem Rührorgan 32 aus den Figuren 1 bis 3. Demnach weist jedes der Rührorgane 32 eine erfindungsgemäße
30 Rührorganvorrichtung auf. Die Rührorgane 32 sind als Mehrstufenrührer

ausgebildet. Die Rührorgane 32 sind an einer gemeinsamen Rührwelle 36 angeordnet. Die Rührorgane 32 sind an der Rührwelle 36 übereinander angeordnet. Jedes der Rührorgane 32 bildet dabei eine Rührstufe aus. Zudem definiert jedes der Rührorgane 32 und/oder jede Rührstufe zumindest ein

- 5 Kompartiment, insbesondere einen Mischraum, des Behälters 34. Die Rührorgane 32 sind derart in dem Behälter 34 angeordnet, dass die Drehachse 12 parallel zu einer vertikal angeordneten Behälterachse angeordnet ist. Alternativ ist denkbar, eine unterschiedliche Anzahl und/oder unterschiedlich angeordnete und/oder unterschiedlich ausgebildete Rührorgane, welche insbesondere eine
- 10 erfindungsgemäße Rührorganvorrichtung aufweisen können, in einem Behälter anzuordnen. Zudem ist denkbar, Rührorgane versetzt zueinander, wie beispielsweise um 30°, 45°, 60° und/oder 90° versetzt zueinander, und/oder spiegelverkehrt zueinander in einem Behälter anzuordnen.

- In einem Betriebszustand ist in dem Behälter 34 ein mittelviskoses bis
- 15 hochviskoses Medium (nicht dargestellt) angeordnet. Das mittelviskose bis hochviskose Medium umfasst im vorliegenden Fall Biomasse, insbesondere in Form einer Phase. Das mittelviskose bis hochviskose Medium durchströmt den Behälter 34 kontinuierlich von oben nach unten. Eine Reynolds-Zahl beträgt dabei zwischen 30 und 500.

- 20 Das Rührsystem ist dazu vorgesehen, eine Kolbenströmung zu erzeugen. Das Rührsystem und insbesondere die jeweiligen Rührorgane 32 ist/sind dazu vorgesehen, eine zumindest im Wesentlichen radiale Strömung zu erzeugen und eine durch die Rührorgane 32 erzeugte und insbesondere zusätzliche axiale Strömung zumindest im Wesentlichen zu verhindern. Eine axiale
- 25 Strömungskomponente des mittelviskosen bis hochviskosen Mediums und/oder ein Produktaustausch zwischen den einzelnen Kompartments ergibt sich dabei zumindest im Wesentlichen ausschließlich durch eine von außen aufgeprägte kontinuierliche Durchströmung des Behälters 34, während ein mittels der Rührorgane 32 initiiertes Produktaustausch zwischen den einzelnen
- 30 Kompartments zumindest im Wesentlichen vermieden wird. Eine konstruktive

Ausgestaltung und/oder ein Design der Rührorgane 32 trägt dabei maßgeblich zu einer Stabilisierung der einzelnen Rührstufen und/oder Kompartments bei.

Darüber hinaus wird das mittelviskose bis hochviskose Medium mittels des Rührsystems derart gemischt, dass eine mittlere Verweilzeit τ , insbesondere der
5 Teilchen und/oder der Volumenelemente des mittelviskosen bis hochviskosen Mediums, in den einzelnen Rührstufen und/oder den einzelnen Kompartments zumindest im Wesentlichen identisch ist. Die mittlere Verweilzeit τ ergibt sich dabei allgemein durch folgende Gleichung:

$$\tau = V/Q \quad (1)$$

- 10 Dabei entspricht V einem Volumen des jeweiligen Kompartments und Q einem, vorteilhaft von außen aufgeprägten, Volumenstrom mit welchem der Behälter 34 durchströmt wird. Die mittlere Verweilzeit τ in den einzelnen Rührstufen ist dabei, vorteilhaft deutlich, größer als eine Mischzeit θ der Rührstufe. Im vorliegenden Fall beträgt die mittlere Verweilzeit τ zumindest $1 \cdot \theta$, vorzugsweise zumindest $3 \cdot \theta$
15 und besonders bevorzugt zumindest $6 \cdot \theta$. Vorteilhaft beträgt die mittlere Verweilzeit τ dabei höchstens $30 \cdot \theta$, vorzugsweise höchstens $20 \cdot \theta$ und besonders bevorzugt höchstens $10 \cdot \theta$.

- Durch ein derartiges Rührsystem kann ein vorteilhaftes Mischverhalten erreicht werden, wobei insbesondere ein axialer Produktaustausch zwischen den
20 Kompartments reduziert und eine Ausbildung einer engen Verweilzeitverteilung gefördert werden kann.

Bezugszeichen

10	Rührorgannabe
12	Drehachse
14	Rührblatt
16	Tragarm
18	Halbgerade
20	Anbindungsflächenbereich
22	Abkantung
24	Rührblattabschnitt
26	Rührblattabschnitt
28	Rührblattinnenkante
30	Rührblattaußenkante
32	Rührorgan
34	Behälter
36	Rührwelle
38	Haupterstreckungsrichtung
Q	Volumenstrom
V	Volumen
α	Winkel
β	Kantungswinkel
θ	Mischzeit
τ	Verweilzeit

Ansprüche

1. Rührorganvorrichtung, insbesondere radialfördernde
Rührorganvorrichtung, insbesondere zum Mischen mittelviskoser bis
5 hochviskoser Medien, mit zumindest einer Rührorgannabe (10), welche
dazu vorgesehen ist, um eine Drehachse (12) zu rotieren, mit zumindest
einem Rührblatt (14) und mit zumindest einem Tragarm (16), welcher das
Rührblatt (14) mit der Rührorgannabe (10) verbindet, wobei zumindest
eine von der Drehachse (12) ausgehende Halbgerade (18) existiert,
10 welche einen Schwerpunkt eines Anbindungsflächenbereichs (20) des
Tragarms (16) an die Rührorgannabe (10) schneidet und welche frei von
Schnittpunkten mit dem Rührblatt (14) ist, und wobei das Rührblatt (14)
zumindest eine Abkantung (22) aufweist, welche das Rührblatt (14) in
zumindest zwei Rührblattabschnitte (24, 26) unterteilt.
- 15 2. Rührorganvorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass**
bei einer Betrachtung in Richtung der Drehachse (12) eine
Haupterstreckungsrichtung (38) des Rührblatts (14) mit der Halbgeraden
(18) einen Winkel (α) zwischen 45° und 135° einschließt.
3. Rührorganvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch**
20 **gekennzeichnet, dass** der Tragarm (16) zumindest im Wesentlichen
L-förmig ausgebildet ist.
4. Rührorganvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche
dadurch gekennzeichnet, dass der Tragarm (16) zumindest im
Wesentlichen auf halber Höhe des Rührblatts (14) angeordnet ist.

5. Rührorganvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die Abkantung (22) zumindest im Wesentlichen parallel zu der Drehachse (12) angeordnet ist.
- 5 6. Rührorganvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass eine Haupterstreckungslänge der Rührblattabschnitte (24, 26) von einer Rührblattinnenkante (28) des Rührblatts (14) in Richtung einer Rührblattaußenkante (30) des Rührblatts (14) abnimmt.
- 10 7. Rührorganvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass eine Blatthöhe des Rührblatts (14) in Richtung einer Rührblattaußenkante (30) des Rührblatts (14) abnimmt.
- 15 8. Rührorganvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass eine Blatthöhe des Rührblatts (14) in einem Nahbereich einer Rührblattinnenkante (28) des Rührblatts (14) zwischen 1 % und 30 % eines gesamten Rührorgandurchmessers entspricht.
- 20 9. Rührorganvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass eine Blatthöhe des Rührblatts (14) in einem Nahbereich einer Rührblattaußenkante (30) des Rührblatts (14) zwischen 0,5 % und 15 % eines gesamten Rührorgandurchmessers entspricht.
- 25 10. Rührorganvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die Rührorgannabe (10), der Tragarm (16) und das Rührblatt (14) zumindest teilweise einstückig miteinander ausgebildet sind.

11. Rührorgan (32), insbesondere Radialrührorgan, mit einer Rührorganvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche.
12. Rührsystem mit zumindest einem Behälter (34) und zumindest zwei in dem Behälter (34) angeordneten Rührorganen (32) nach Anspruch 11.
- 5 13. Verfahren zum Betrieb eines Rührsystems nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein in einem Behälter (34) angeordnetes mittelviskoses bis hochviskoses Medium derart gemischt wird, dass eine axiale Strömung zumindest im Wesentlichen unterdrückt wird.
- 10 14. Verfahren zum Betrieb eines Rührsystems nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** in dem Behälter (34) eine Kolbenströmung erzeugt wird.

1 / 2

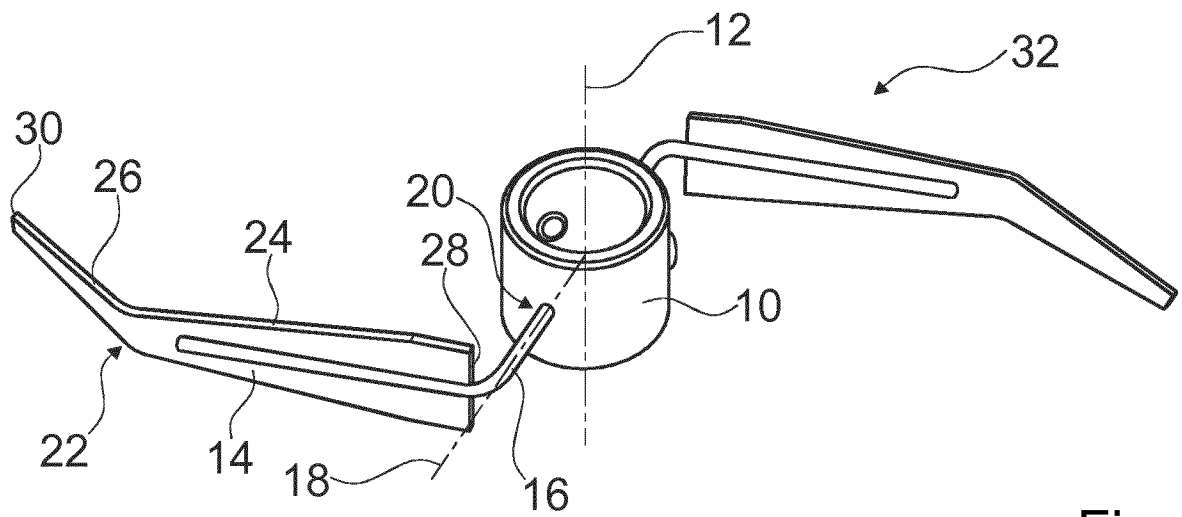


Fig. 1

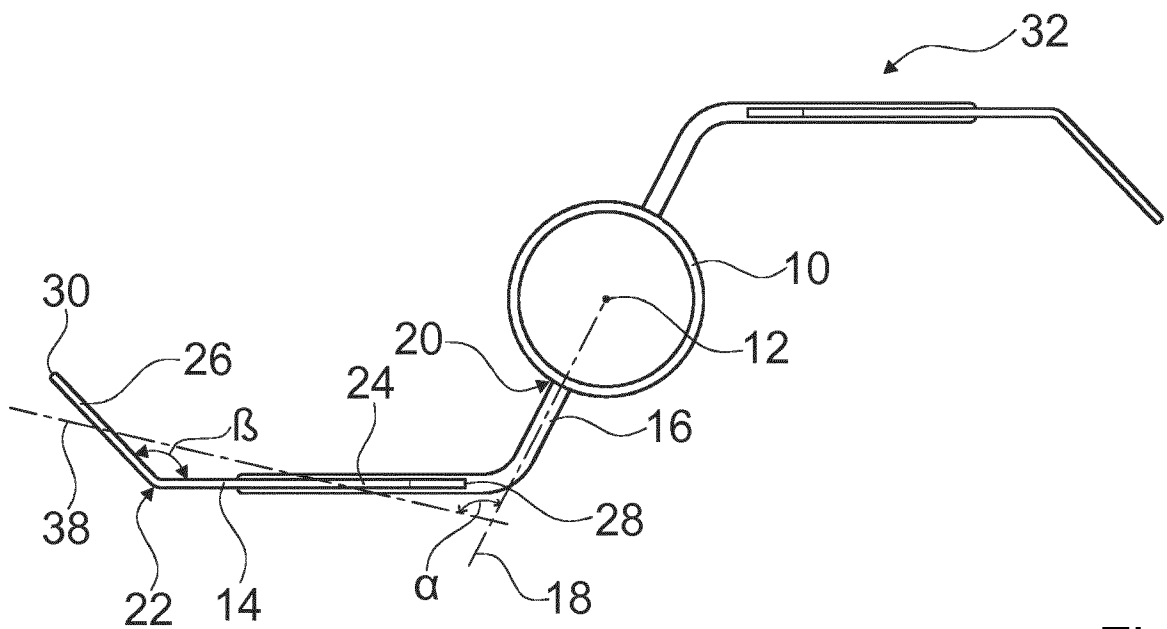


Fig. 2

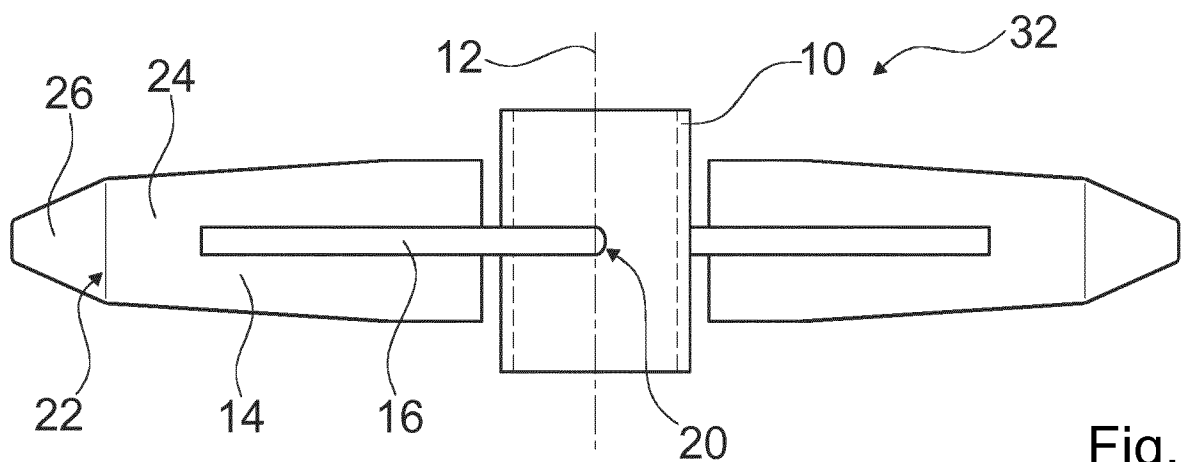


Fig. 3

2 / 2

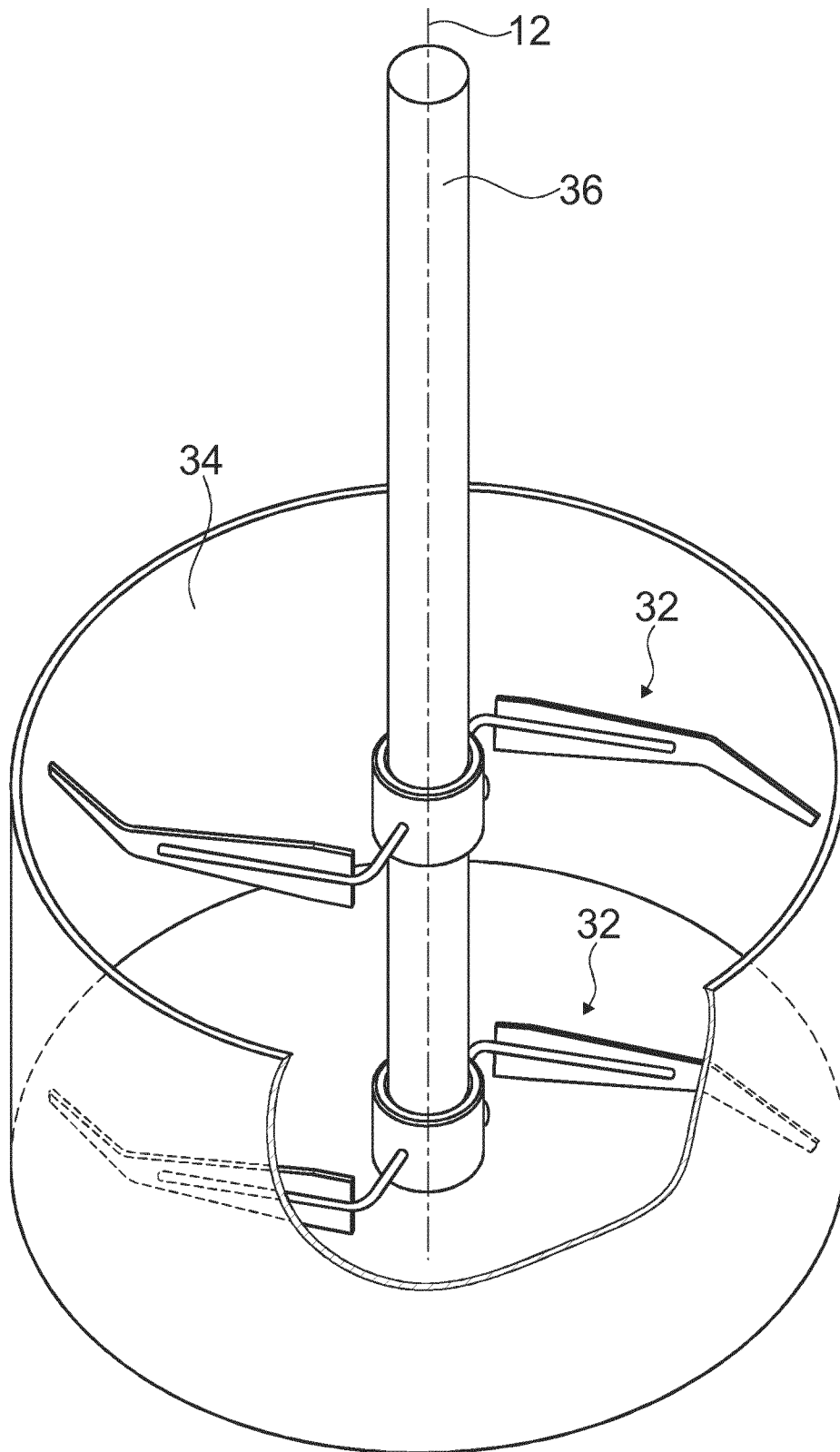


Fig. 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/059506

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. B01F7/00 B01F3/10
ADD.

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)
B01F

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	JP 2015 033658 A (SUMITOMO HEAVY IND PROCESS EQUIPMENT CO LTD) 19 February 2015 (2015-02-19) figures 7, 8 paragraph [0046] -----	1,2,4,5, 8,10-14
X	DE 31 43 287 C2 (RIEGER HERBERT [DE]) 21 November 1985 (1985-11-21) cited in the application abstract figures 1,4,5 -----	1,2,4, 10-14
X	US 5 297 938 A (VON ESSEN JOHN A [US] ET AL) 29 March 1994 (1994-03-29) abstract figures 1-4 ----- -/-	1,2,4, 6-11



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

22 July 2016

Date of mailing of the international search report

29/07/2016

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Krasenbrink, B

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/059506

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CH 690 835 A5 (SCHWEIZER AG MASCHINENFABRIK [CH]) 15 February 2001 (2001-02-15) abstract figures 1-4 -----	1,2,4, 8-13
X	US 2 579 874 A (SHAW ANNE S) 25 December 1951 (1951-12-25) figures 2,3 -----	1-3,8, 10,11
X	DE 20 2011 052408 U1 (SKM STAHL UND MASCHB GMBH [DE]) 22 March 2012 (2012-03-22) abstract figures 1-6 -----	1-4, 10-12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2016/059506

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 2015033658 A	19-02-2015	EP 3031519 A1	15-06-2016
		JP 2015033658 A	19-02-2015
		KR 20160001226 U	14-04-2016
		TW M495896 U	21-02-2015
		TW 201515694 A	01-05-2015
		WO 2015019914 A1	12-02-2015
DE 3143287 C2	21-11-1985	NONE	
US 5297938 A	29-03-1994	NONE	
CH 690835 A5	15-02-2001	NONE	
US 2579874 A	25-12-1951	NONE	
DE 202011052408 U1	22-03-2012	NONE	

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. B01F7/00 B01F3/10
 ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 B01F

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	JP 2015 033658 A (SUMITOMO HEAVY IND PROCESS EQUIPMENT CO LTD) 19. Februar 2015 (2015-02-19) Abbildungen 7, 8 Absatz [0046] -----	1,2,4,5, 8,10-14
X	DE 31 43 287 C2 (RIEGER HERBERT [DE]) 21. November 1985 (1985-11-21) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung Abbildungen 1,4,5 -----	1,2,4, 10-14
X	US 5 297 938 A (VON ESSEN JOHN A [US] ET AL) 29. März 1994 (1994-03-29) Zusammenfassung Abbildungen 1-4 ----- -/-	1,2,4, 6-11



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

22. Juli 2016

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

29/07/2016

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

Bevollmächtigter Bediensteter

Krasenbrink, B

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	CH 690 835 A5 (SCHWEIZER AG MASCHINENFABRIK [CH]) 15. Februar 2001 (2001-02-15) Zusammenfassung Abbildungen 1-4 -----	1,2,4, 8-13
X	US 2 579 874 A (SHAW ANNE S) 25. Dezember 1951 (1951-12-25) Abbildungen 2,3 -----	1-3,8, 10,11
X	DE 20 2011 052408 U1 (SKM STAHL UND MASCHB GMBH [DE]) 22. März 2012 (2012-03-22) Zusammenfassung Abbildungen 1-6 -----	1-4, 10-12

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2016/059506

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP 2015033658 A	19-02-2015	EP 3031519 A1	15-06-2016
		JP 2015033658 A	19-02-2015
		KR 20160001226 U	14-04-2016
		TW M495896 U	21-02-2015
		TW 201515694 A	01-05-2015
		WO 2015019914 A1	12-02-2015
DE 3143287 C2	21-11-1985	KEINE	
US 5297938 A	29-03-1994	KEINE	
CH 690835 A5	15-02-2001	KEINE	
US 2579874 A	25-12-1951	KEINE	
DE 202011052408 U1	22-03-2012	KEINE	