

(19)



(11)

EP 3 903 918 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
03.11.2021 Patentblatt 2021/44

(51) Int Cl.:
B01F 7/08 (2006.01) B01F 7/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **21168933.6**

(22) Anmeldetag: **16.04.2021**

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

(71) Anmelder: **Blum, Werner**
84387 Julbach (DE)

(72) Erfinder: **BLUM, Werner**
84387 Julbach (DE)

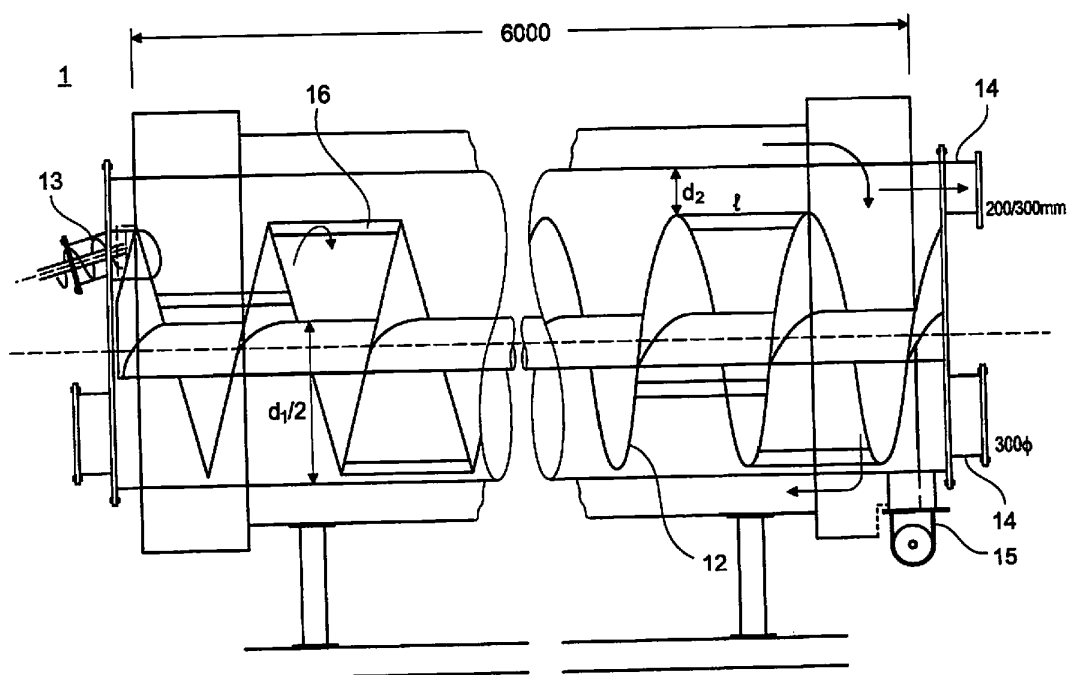
(74) Vertreter: **Franke, Dirk**
Franke & Partner
Patent- und Rechtsanwälte
Widenmayerstraße 25
80538 München (DE)

(30) Priorität: **27.04.2020 DE 102020205318**

(54) MISCHVORRICHTUNG

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft eine Mischvorrichtung, insbesondere zum Einsatz in Anlagen zur katalytischen Verflüssigung von kohlenwasserstoffhaltigen

Materialien sowie ein Verfahren zur Betreibung einer Mischvorrichtung zur katalytischen Verflüssigung von kohlenwasserstoffhaltigen Materialien.

**Fig. 1****EP 3 903 918 A1**

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Mischvorrichtung, insbesondere zum Einsatz in Anlagen zur katalytischen Verflüssigung von kohlenwasserstoffhaltigen Materialien sowie ein Verfahren zur Betreibung einer Mischvorrichtung zur katalytischen Verflüssigung von kohlenwasserstoffhaltigen Materialien.

Stand der Technik

[0002] Es sind bereits einige Mischvorrichtungen und Verfahren zur katalytischen Verflüssigung von kohlenwasserstoffhaltigen Materialien (KDV-Verfahren) im Stand der Technik bekannt.

[0003] Die europäische Patentanmeldung EP 3 441 136 A1 betrifft eine Zerkleinerungs- und Mischvorrichtung, die mit einem zur Anordnung im Mischreaktor der Anlage ausgebildeten Zerkleinerungs- und Mischabschnitt, einer für die Positionierung außerhalb des Mischreaktors ausgelegten Antriebseinrichtung und einer diese Antriebseinrichtung mit dem Zerkleinerungs- und Mischabschnitt antriebsmäßig verbindenden Schneckenwendel ausgestattet ist.

[0004] Die internationale Veröffentlichung WO 2016/116484 A1 betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur katalytischen drucklosen Depolymerisation.

[0005] Diese bekannten Mischvorrichtungen haben allerdings einige technischen Nachteile. Ein Nachteil einiger Vorrichtungen ist, dass der Gasfluss der Vergasungsprodukte nicht effizient gestaltet werden kann und der Betrieb häufig nicht sehr effizient möglich ist. Bei einigen Verfahren sind die Produkte häufig mit Restwasser und anderen Stoffen verunreinigt. Nachteilig bei einigen Mischvorrichtungen und Verfahren zur katalytischen Verflüssigung ist auch, dass die im Ausgangsmaterial enthaltende Restfeuchte eine effiziente Abführung des Wasserdampfes erforderlich macht.

Darstellung der Erfindung. Aufgabe. Lösung. Vorteile

[0006] Ausgehend von den vorgenannten Überlegungen liegt der vorliegenden Erfindung deshalb die Aufgabe zugrunde, eine Mischvorrichtung bereitzustellen, die die oben genannten Nachteile nicht aufweist.

[0007] Insbesondere liegt die Aufgabe zugrunde, eine Mischvorrichtung bereitzustellen, bei der der Gasfuß der gasförmigen Verflüssigungsprodukte entlang der Schnecke optimal ist und die hinsichtlich energetischer und effizienter Betriebsführung verbessert ist. Überdies liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung und ein Verfahren bereitzustellen, bei der die gasförmigen Verflüssigungsprodukte reiner sind und bei der der Wasserdampf beim Trocknen effizient abgeleitet werden kann.

[0008] In einem ersten Aspekt betrifft die vorliegende Erfindung deshalb eine Mischvorrichtung. Die Mischvor-

richtung ist zum Einsatz in Anlagen zur katalytischen Verflüssigung von kohlenwasserstoffhaltigen Materialien geeignet. Die Mischvorrichtung kann ein im Wesentlichen zylindrisches Reaktorgehäuse mit einer Zylinderachse z umfassen. Zudem kann die Mischvorrichtung einen Motor und eine Schneckenwendel umfassen. Die Schneckenwendel kann in dem Reaktorgehäuse geführt werden und von dem Motor angetrieben werden.

[0009] Erfindungsgemäß kann als Schneckenwendel jede Welle oder jede Schnecke verwendet werden, die zum Vortrieb von organischen Bestandteilen geeignet ist. Gleichzeitig muss die Schneckenwendel auch wärmebeständig sein, d.h. Temperaturen von 250 °C bis 450 °C auch unter oxidativen und reduktiven Bedingungen und unter Anwesenheit von Wasser korrosionsfrei überstehen können. Vorzugsweise ist die Schneckenwendel aus Edelstahl gefertigt. Vorzugsweise ist der Motor mit der Antriebsweise gekoppelt. Vorzugsweise befindet sich der Motor außerhalb des zylindrischen Reaktorgehäuses, so dass er leichter gewartet und betrieben werden kann, sowie den Reaktionsbedingungen in der Mischvorrichtung nicht ausgesetzt ist. Das Reaktorgehäuse kann vorzugsweise doppelwandig ausgebaut sein, so dass die Wärmeisolierung optimal ist. Insbesondere kann das Reaktorgehäuse aus einem doppelwandigen dünnwandigen Edelstahlblech gefertigt sein. Die Bleche können durch Abstandselemente voneinander beabstandet sein. Auf diese Weise ist die Betriebsweise der Mischvorrichtung effizienter.

[0010] Beim Betrieb einer wie oben definierten erfindungsgemäßen Mischvorrichtung fällt bei der Zerkleinerung von organischen Ausgangsstoffe im Wesentlichen kein oder nur wenig Staub aus. Hierdurch werden die gasförmigen Verflüssigungsprodukte nicht verunreinigt. Vorteilhafterweise sind die gasförmigen Verflüssigungsprodukte sehr rein. Zudem kann auch der Wasserdampf beim Trocknen effizient abgeleitet werden.

[0011] Die Schneckenwendel kann um eine Rotationsachse r drehbar sein. Dabei kann die Rotationsachse r mit der Zylinderachse z des Reaktorgehäuses nicht zusammenfallen. Wenn die Rotationsachse r der Schneckenwendel nicht mit der Zylinderachse z des Reaktorgehäuses zusammenfällt, befindet sich die Schneckenwendel mit anderen Worten bei Betriebsbedingungen nicht mittig im Reaktorraum, sondern kann sich vorzugsweise versetzt im Reaktorraum drehen.

[0012] In einer bevorzugten Implementierung kann die Schneckenwendel an der Unterseite auf dem Reaktorgehäuse aufliegen. In diesem Fall kann die Schneckenwendel an der Unterseite mit dem Reaktorgehäuse bündig abschließen. Sofern die Schneckenwendel beim Betrieb an der Unterseite auf dem Reaktorgehäuse aufliegt bzw. mit dem Reaktorgehäuse bündig abschließt, können die organischen Ausgangsstoffe effizient entlang der Welle durch Drehung der Welle transportiert werden.

[0013] In einer weiteren bevorzugten Implementierung kann die Schneckenwendel an der Oberseite von dem Reaktorgehäuse beabstandet sein. In diesem Fall kann

ein Gasfuß entlang der Schneckenwendel und dem Reaktorgehäuse im Wesentlichen nicht behindert werden. Während des Betriebes der Mischvorrichtung wird sowohl der aus den Ausgangsmaterialien austretende Wasserdampf als auch die austretenden organischen Verflüssigungsprodukte über den Raum zwischen der Schneckenwendel und der oberen Reaktorgehäuswand effizient abgeführt. Die Verflüssigungsprodukte haben auf diese Weise eine sehr hohe Reinheit.

[0014] In einer weiteren bevorzugten Implementierung kann die Schneckenwendel an der Oberseite von dem Reaktorgehäuse mit einem Abstand d_2 beabstandet sein. Der Abstand d_2 entspricht dabei vorzugsweise 15 bis 30 % des Radius $d_1/2$ (das heißt die Hälfte des Durchmessers d_1) des zylindrischen Reaktorgehäuses (10). Mit anderen Worten beträgt die Beabstandung bei einem Reaktor mit einem beispielhaften Durchmesser $d_1 = 1$ m, also einem Radius $d_1/2$ von 50 cm somit 7,5 cm (15 %) bis 15 cm (30 %). Bei dieser Dimensionierung des Abstandes der Schneckenwendel von dem Reaktorgehäuse ist ein Abführen der organischen Produkte und des Wasserdampfes sehr gut möglich und es kommt seltener zu Betriebsstörungen.

[0015] In einer allgemeinen Ausführungsform kann die Schneckenwendel jede beliebige Gangzahl aufweisen. Beispielsweise kann die Schneckenwendel eine Gangzahl von 1, 2, 3, oder 4 aufweisen. In einer bevorzugten Implementierung weist die Schneckenwendel jedoch eine Gangzahl von 1 auf. In diesem Fall wird ein optimaler Kompromiss hinsichtlich leichter Bauweise und optimaler Durchmischung der Materialien erreicht.

[0016] In einer bevorzugten Implementierung weist die Schneckenwendel ein oder mehrere Mitnehmer auf. Die Mitnehmer können bei Rotation der Schneckenwendel um die Rotationsachse r die kohlenwasserstoffhaltigen Materialien optimal durchmischen.

[0017] In einer bevorzugten Implementierung weist die Schneckenwendel innerhalb eines Schneckenumlaufes von 4 bis 8, vorzugsweise genau 6, Mitnehmer auf. In dieser Implementierung sind mit anderen Worten die Mitnehmer entlang der Schneckenwendel in einem Winkel von 30° bis 90° , vorzugsweise genau 60° , versetzt angeordnet. Beim Umlauf der Schneckenwendel können durch die Mitnehmer die Materialien optimal durchmischt werden, wobei gleichzeitig die Schneckenwendel mittels des Motors energetisch effizient angetrieben werden kann.

[0018] Vorzugsweise sind die Mitnehmer an der Schneckenwendel aufgeschweißte Metallstangen mit einer bestimmten Länge l . Idealerweise bestehen die Metallstangen im Wesentlichen aus nicht korrodierendem Edelmetallstahl. Hinsichtlich Bauweise der Schneckenwendel sind aufgeschweißte Metallstangen in der Herstellung ideal.

[0019] Vorzugsweise bestehen die Mitnehmer aus Metallstangen mit einer Länge l von 30 bis 70 cm, vorzugsweise von 40 bis 60 cm, insbesondere ungefähr 50 cm. Die Länge l entspricht dem Abstand eines Schnecken-

gangs.

[0020] In einem zweiten Aspekt betrifft die vorliegende Erfindung ein Verfahren zur Betreibung einer Mischvorrichtung zur katalytischen Verflüssigung von kohlenwasserstoffhaltigen Materialien. Das Verfahren kann die folgenden Schritte umfassen

a) Befüllung einer erfindungsgemäßen Mischvorrichtung mit kohlenwasserstoffhaltigen Materialien,

b) Erwärmen und Durchmischen der kohlenwasserstoffhaltigen Materialien innerhalb des Reaktorgehäuses, und

c) Ableiten der aus den kohlenwasserstoffhaltigen Materialien austretenden Dämpfe.

[0021] In Schritt a) kann können beispielsweise Säge- oder Hobelspäne, Miscanthus, Kunststoffe und andere Ausgangsstoffe in die Mischvorrichtung befüllt werden. Diese Stoffe besitzen eine bestimmte Restfeuchte, so dass sie beispielsweise bei einer Tonne Ausgangsmaterialien ca. 150 Liter Wasser enthalten. Das Befüllen der Mischvorrichtung kann über eine angeflanschte Eintragsvorrichtung, einschließlich einer Eintragsschnecke, erfolgen.

[0022] In Schritt b) werden die Ausgangsmaterialien auf ca. 250 bis 400 °C unter Sauerstoffabschluss erwärmt, wodurch kohlenwasserstoffhaltige Verflüssigungsprodukte als Gase austreten sowie Wasserdampf aus der Restfeuchte. Vorteilhafterweise werden die Materialien dabei gleichzeitig durchmischt, so dass die Erwärmung effizienter erfolgt und der Austausch zwischen Festphase und Gasphase insgesamt verbessert wird.

[0023] In Schritt c) werden die austretenden Dämpfe, d.h. sowohl die kohlenwasserstoffhaltige Verflüssigungsprodukte entlang der Schneckenwendel abgeführt.

[0024] In einem Verfahren werden die Schritte a) bis c) konsekutiv durchgeführt (Batch-Ansatz). Allerdings wird das Verfahren vorzugsweise kontinuierlich (Kontinuitätsbetrieb) durchgeführt, d.h. die Schritte a) bis c) werden im Betrieb gleichzeitig parallel durchgeführt.

Kurze Beschreibung der Figuren

[0025] Im Folgenden werden beispielhaft und nicht abschließend einige besondere Ausführungsformen der Erfindung unter Bezugnahme auf die beiliegenden Figuren beschrieben.

[0026] Die besonderen Ausführungsformen dienen nur zur Erläuterung des allgemeinen erfinderischen Gedankens, jedoch beschränken sie die Erfindung nicht.

[0027] Fig. 1 zeigt eine erfindungsgemäße Mischvorrichtung 1 mit einem im Wesentlichen zylindrischen Reaktorgehäuse 10 mit einer Zylinderachse z , einem Motor 11 und einer Schneckenwendel 12. Die Schneckenwendel 12 wird in dem Reaktorgehäuse 10 geführt und von

dem Motor 11 angetrieben. Der Motor ist in dieser Ausführungsform außerhalb des Reaktorgehäuses angeordnet. Die Schneckenwendel 12 liegt an der Unterseite auf dem Reaktorgehäuse 10 auf und schließt mit diesem bündig ab. An der Oberseite ist die Schneckenwendel 12 von dem Reaktorgehäuse 10 beabstandet. Der Abstand d_2 zwischen der Schneckenwendel 12 und dem Reaktorgehäuse 10 beträgt 20 % des Radius $d_1/2$ des zylindrischen Reaktorgehäuses 10. Die Schneckenwendel 12 weist eine Gangzahl von 1 auf. Zudem weist die Schneckenwendel 12 eine Vielzahl von Mitnehmer 16 auf, die bei Rotation der Schneckenwendel 12 um die Rotationsachse r die kohlenwasserstoffhaltigen Materialien durchmischen können. Innerhalb eines Schneckennumlaufes weist die Schneckenwendel 12 insgesamt sechs Mitnehmer 16 auf, d.h. die Mitnehmer 16 sind um einen Winkel von 60° versetzt angeordnet. Die Mitnehmer 16 sind zwischen den Schneckennumläufen der Schneckenwendel 12 aufgeschweißte Metallstangen 16 aus Edelmetall. Die Länge der Mitnehmer 16 beträgt 50 cm.

[0028] Die Ausgangsstoffe werden unter Abschluss von Sauerstoff über eine Eintragungsschnecke 13 in den Reaktor geführt und können dann durch Drehung der Schneckenwendel 12 unter gleichzeitigem Erwärmen auf 250°C bis 400°C bewegt und mittels der Mitnehmer 16 der Schneckenwendel durchmischt werden. Hierdurch treten gasförmige Verflüssigungsprodukte aus den Ausgangsmaterial aus. Die gasförmigen Bestandteile werden hiernach über den Raum oberhalb der Schneckenwendel 12 abgeleitet und über eine Passage 14 am oberen Ende der Mischvorrichtung 1 abgeführt. Die festen Reststoffe werden am unteren Ende der Mischvorrichtung 1 über einen Austrag 15 entfernt. Die Mischvorrichtung 1 kann folglich durch eine kontinuierliche Betriebsführung betrieben werden.

[0029] Fig. 2 zeigt eine erfindungsgemäße Mischvorrichtung 1 im Querschnitt. In der Fig. 2A sind die Öffnungen für den Eintrag an der Oberseite der Mischvorrichtung 1 zu erkennen. In der Fig. 2B ist der Austrag der festen Stoffe am unteren Ende der Mischvorrichtung zu erkennen.

Bezugszeichenliste

[0030]

1	Mischvorrichtung
10	Reaktorgehäuse
11	Motor
12	Schneckenwendel
13	Eintragungsschnecke
14	Austrittspassage für gasförmige Verflüssigungsprodukte
15	Austrag
16	Mitnehmer

Patentansprüche

1. Mischvorrichtung (1), insbesondere zum Einsatz in Anlagen zur katalytischen Verflüssigung von kohlenwasserstoffhaltigen Materialien, umfassend ein im Wesentlichen zylindrisches Reaktorgehäuse (10) mit einer Zylinderachse z , einen Motor (11) und eine Schneckenwendel (12), wobei die Schneckenwendel (12) in dem Reaktorgehäuse (10) geführt wird und von dem Motor (11) angetrieben werden kann, **dadurch gekennzeichnet ist, dass**

- die Schneckenwendel (12) um eine Rotationsachse r drehbar ist, wobei die Rotationsachse r mit der Zylinderachse z des Reaktorgehäuses (10) nicht zusammenfällt.

2. Mischvorrichtung (1) gemäß Anspruch 1, wobei die Schneckenwendel (12) an der Unterseite auf dem Reaktorgehäuse (10) aufliegt und mit dem Reaktorgehäuse (10) bündig abschließt.

3. Mischvorrichtung (1) gemäß einem der Ansprüche 1 oder 2, wobei die Schneckenwendel (12) an der Oberseite von dem Reaktorgehäuse (10) beabstandet ist und einen Gasfluss entlang der Schneckenwendel (12) und dem Reaktorgehäuse (10) im Wesentlichen nicht behindert.

4. Mischvorrichtung (1) gemäß einem der vorherigen Ansprüche, wobei die Schneckenwendel (12) an der Oberseite von dem Reaktorgehäuse (10) mit einem Abstand d_2 beabstandet ist, der 15 bis 30 % des Radius $d_1/2$ des zylindrischen Reaktorgehäuses (10) entspricht.

5. Mischvorrichtung (1) gemäß einem der vorherigen Ansprüche, wobei die Schneckenwendel (12) eine Gangzahl von 1 aufweist.

6. Mischvorrichtung (1) gemäß einem der vorherigen Ansprüche, wobei die Schneckenwendel (12) ein oder mehrere Mitnehmer (16) umfasst, die bei Rotation der Schneckenwendel (12) um die Rotationsachse r die kohlenwasserstoffhaltigen Materialien durchmischen können.

7. Mischvorrichtung (1) gemäß Anspruch 6, wobei die Schneckenwendel (12) innerhalb eines Schneckennumlaufes von 4 bis 8, vorzugsweise 6 Mitnehmer (16) aufweist.

8. Mischvorrichtung (1) gemäß einem der Ansprüche 6 oder 7, wobei die Mitnehmer (16) zwischen den Schneckennumläufen der Schneckenwendel aufgeschweißte Metallstangen (16) sind.

9. Mischvorrichtung (1) gemäß Anspruch 8, wobei die

Metallstangen (16) eine Länge von 30 bis 70 cm, vorzugsweise von 40 bis 60 cm, insbesondere ungefähr 50 cm aufweisen.

10. Verfahren zur Betreibung einer Mischvorrichtung (1) zur katalytischen Verflüssigung von kohlenwasserstoffhaltigen Materialien, umfassend die Folgenden Schritte: 5

- a) Befüllung einer Mischvorrichtung (1) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 9 mit kohlenwasserstoffhaltigen Materialien, 10
- b) Erwärmen und Durchmischen der kohlenwasserstoffhaltigen Materialien innerhalb des Reaktorgehäuses (10), und 15
- c) Ableiten der aus den kohlenwasserstoffhaltigen Materialien austretenden Dämpfe.

11. Verfahren gemäß Anspruch 10, wobei das Verfahren in einer kontinuierlichen Betriebsweise durchgeführt wird. 20

25

30

35

40

45

50

55

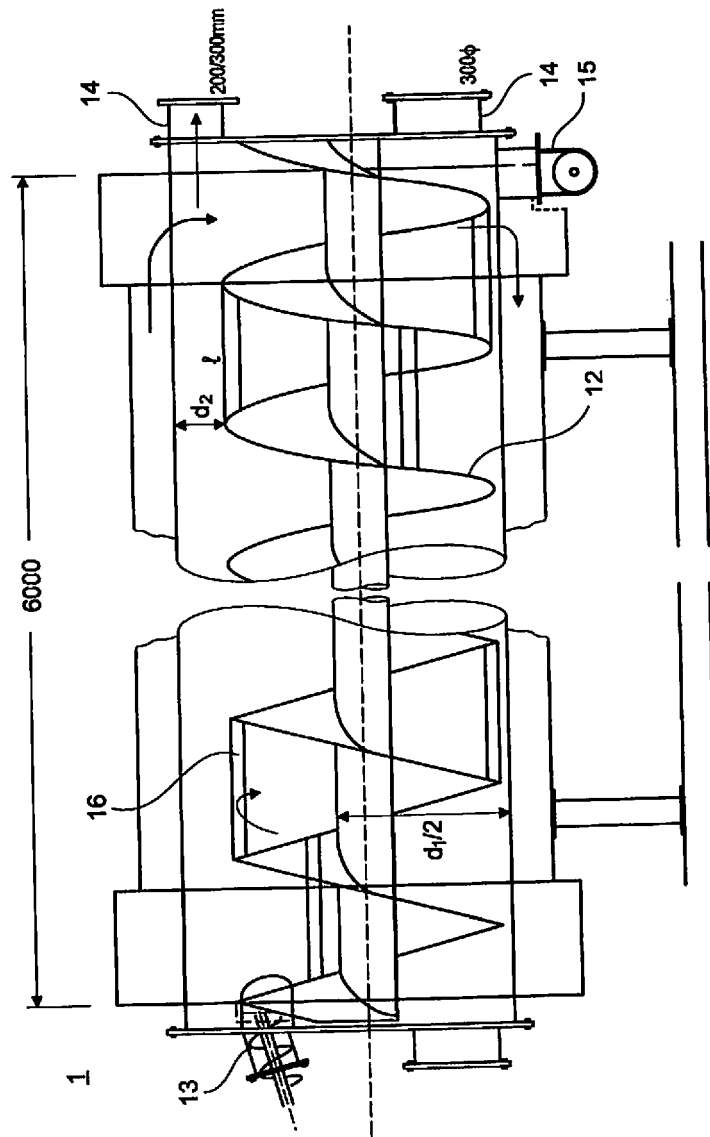


Fig. 1

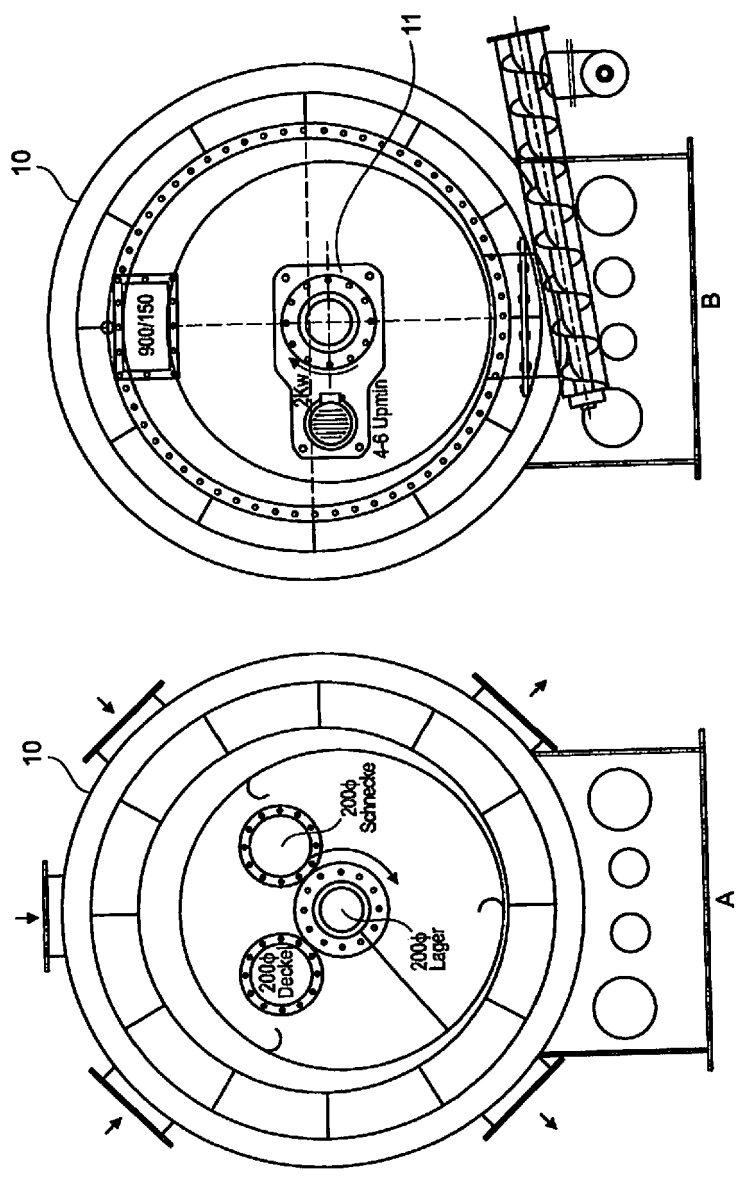


Fig. 2



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
 EP 21 16 8933

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	CAMPUZANO FELIPE ET AL: "Auger reactors for pyrolysis of biomass and wastes", RENEWABLE AND SUSTAINABLE ENERGY REVIEWS, Bd. 102, 2019, Seiten 372-409, XP085577200, ISSN: 1364-0321, DOI: 10.1016/J.RSER.2018.12.014 * Introduction * * Abbildungen 5, 7 * * Tabellen 8, Item 11 * -----	1-11	INV. B01F7/08 B01F7/00
X	DE 693 768 C (OTTO PROMNITZ SEN) 18. Juli 1940 (1940-07-18) * Seite 1, Zeilen 1-15 * * Seite 1, Zeilen 42-50 * * Seite 1, Zeilen 27-33 * * Abbildungen 1, 2 * -----	1-9	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			B01F
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 15. September 2021	Prüfer Posten, Katharina
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 21 16 8933

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

15-09-2021

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	DE 693768 C	18-07-1940	KEINE	
15	-----			
20				
25				
30				
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 3441136 A1 [0003]
- WO 2016116484 A1 [0004]