



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
28.11.2012 Patentblatt 2012/48

(51) Int Cl.:
F26B 17/20 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **11004226.4**

(22) Anmeldetag: **23.05.2011**

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

(71) Anmelder:
• **Buss-SMS-Canzler GmbH**
35510 Butzbach (DE)
• **VER Verfahrensingenieure GmbH**
01237 Dresden (DE)

(72) Erfinder:
• **Topf, Norbert**
01187 Dresden (DE)
• **Gierecki, Lukasz**
4133 Pratteln (CH)
• **Hinz, Wolfgang**
4133 Pratteln (CH)
• **Hahn, Dieter**
01169 Dresden (DE)

(74) Vertreter: **Schaad, Balass, Menzl & Partner AG**
Dufourstrasse 101
Postfach
8034 Zürich (CH)

(54) **Trocknungsreaktor**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft einen Trocknungsreaktor mit einem einen Innenraum (4) umschliessenden Gehäuse (6) mit einer beheizbaren Innenwand (10), einer Materialzuführung (12, 12', 12'') zur Einleitung des zu trocknenden Materials in einem ersten Endbereich (6a) des Gehäuses (6), einem Trockengutaustrag (16) in einem dem ersten Endbereich (6a) axial gegenüberliegenden zweiten Endbereich (6b) des Gehäuses (6) und einem Brüdenausgang (44), wobei der Innenraum (4) einen eine Wirbelschichtzone (32) umfassenden Trocknungsraum (30) umfasst. Im Innenraum (4) ist eine um ihre Achse drehend antreibbare Rotorwelle (20) angeordnet, die dazu bestimmt ist, das zu trocknende

Material mittels an der Rotorwelle (20) angeordneter Rotorblätter (28a, 28b, 28c, 28d, 28e, 28f, 28g) in der Wirbelschichtzone (32) aufzuwirbeln und von der Materialzuführung (12, 12', 12'') in Richtung zum Trockengutaustrag (16) hin zu fördern. Die Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass der Trocknungsraum (30) eine Beruhigungszone (36) aufweist, welche zwischen der Wirbelschichtzone (32) und dem Trockengutaustrag (16) angeordnet und durch eine Trennwand (34) von der Wirbelschichtzone (32) abgegrenzt ist, wobei die Trennwand (34) derart ausgestaltet ist, dass lediglich ein Teil des Materials von der Wirbelschichtzone (32) zur Beruhigungszone (36) durchgelassen wird.

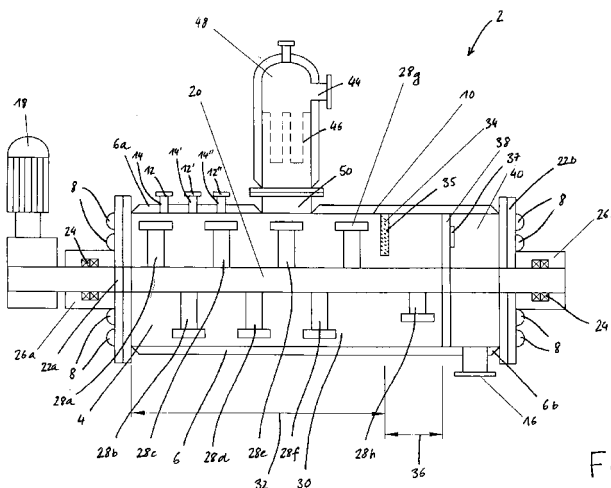


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen Trocknungsreaktor gemäss dem Oberbegriff des Anspruchs 1, ein Verfahren zum Trocknen von Material in einem mechanisch erzeugten Wirbelbett sowie die Verwendung des Trocknungsreaktors zur Trocknung von Nassgut, insbesondere, von Schlamm oder Pasten.

[0002] In der Trocknungstechnik gibt es eine Vielzahl verschiedener Trocknungsverfahren. Grundsätzlich lassen sich die Verfahren in drei Gruppen aufteilen, nämlich in Kontakttrocknungsverfahren, Konvektivtrocknungsverfahren und Strahlungstrocknungsverfahren. Innerhalb der Trockner dieser Hauptgruppen lässt sich eine Reihe von Untergruppen definieren, so z.B. Kontakt-trockner mit bewegtem Gut bzw. Wirbelschichttrockner (als Untergruppe der Konvektivtrockner).

[0003] Bei Kontakttrocknern mit bewegtem Gut wird das Nassgut mechanisch in Bewegung versetzt und in Kontakt mit einer Heizfläche gebracht. Das Gut wird so erhitzt und die darin enthaltene Feuchtigkeit ausgetrieben, indem die flüssigen Anteile in die Gasphase über-treten.

[0004] Bei herkömmlichen Wirbelschichttrocknern wird das zu trocknende Gut konvektiv, z.B. durch einen aufwärtsgerichteten Luftstrom, aufgelockert und in Bewegung versetzt. Bei ausreichender Agitation wird ein Wirbelbett erzeugt, in welchem die Feststoffpartikel in einem fluidisierten Zustand vorliegen. Die Gesamtheit der Partikel in einem Wirbelbett weisen fluid-ähnliche Eigenschaften auf.

[0005] Weiter ist im Bereich der Wirbelschicht-trocknung das Prinzip der Rückmischung bekannt. Nach diesem Prinzip werden trockene Partikel aus dem zu trocknenden Material erhitzt und das zu trocknende Material in fein verteilter Form zu den vorgelegten Partikeln eingeleitet. Die nassen Partikel treffen auf die trockenen Partikel und bleiben an diesen kleben. Liegen die trockenen Partikel in ausreichender Menge vor, so werden die nassen Partikel von den trockenen Partikeln eingekapselt. Dadurch wird verhindert, dass klebrige Phasen entstehen und dass das Nassgut direkten Kontakt zur Heizfläche hat, dort kleben bleibt und Krusten bildet.

[0006] Weiter wurden unter dem Begriff der "Combi Fluidization"-Technologie (CFT) Trocknungsreaktoren entwickelt, in denen das Wirbelbett nicht konvektiv, sondern mechanisch erzeugt wird. Die Partikel werden etwa durch sich bewegende Rotorblätter aufgewirbelt und in einen (quasi-)Wirbelbettzustand versetzt, wobei sich ein (quasi-)Gleichgewicht zwischen nach oben beförderten Partikeln und sich absenkenden Partikeln einstellt. Mithin werden in solchen CFT-Trocknungsreaktoren Elemente aus der Wirbelschichttrocknung mit Elementen aus der Kontakt-trocknung kombiniert.

[0007] Bei den oben erwähnten CFT-Trocknungsreaktoren erweist sich allerdings eine kontrollierte Entnahme des Trockenguts oft als problematisch, da dieses in einem (quasi-)Wirbelbett verteilt vorliegt und die einzelnen

Partikel eine hohe Geschwindigkeit aufweisen. Durch den Einsatz eines Wehrs wird zwar ein von der Wirbelschicht abgegrenzter Bereich erhalten, in dem eine definierte Produktgrenzschicht vorliegen kann. Der Anteil des Trockenguts, der durch das Wehr in den besagten Bereich gelangt, ist allerdings stark vom Füllstand des Trockenreaktors bzw. von der Drehzahl der Rotorwelle abhängig. Zudem ist die Wahrscheinlichkeit relativ hoch, dass nicht vollständig getrocknete Partikel das Wehr passieren und so in den Austrag gelangen. Mithin wird durch diesen unkontrollierten Austrag sowohl die Kapazität als auch die Effizienz des Trocknungsreaktors beeinträchtigt.

[0008] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, einen Trocknungsreaktor, insbesondere einen CFT-Trocknungsreaktor zur Verfügung zu stellen, welcher es erlaubt, die Effizienz, die Kapazität und/oder die Produktqualität der Trocknung zu erhöhen.

[0009] Die Aufgabe wird gelöst durch einen Trocknungsreaktor gemäss Anspruch 1. Bevorzugte Ausführungsformen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0010] Der erfindungsgemässe Trocknungsreaktor weist ein einen Innenraum umschliessendes Gehäuse mit einer beheizbaren Innenwand, einer Materialzuführung zur Einleitung des zu trocknenden Materials in einem ersten Endbereich des Gehäuses, einem Trockengutaustrag in einem dem ersten Endbereich axial gegenüberliegenden zweiten Endbereich des Gehäuses und einem Brüdenausgang auf. Der Innenraum umfasst einen eine Wirbelschichtzone umfassenden Trocknungsraum. Im Innenraum ist zudem eine um ihre Achse drehend antreibbare Rotorwelle angeordnet, die dazu bestimmt ist, das zu trocknende Material mittels an der Rotorwelle angeordneter Rotorblätter (oder "Rotorpaddel") in der Wirbelschichtzone aufzuwirbeln und von der Materialzuführung in Richtung zum Trockengutaustrag hin zu fördern. Der Trocknungsreaktor ist dadurch gekennzeichnet, dass der Trocknungsraum eine Beruhigungszone aufweist, welche zwischen der Wirbelschichtzone und dem Trockengutaustrag angeordnet und durch eine Trennwand von der Wirbelschichtzone abgegrenzt ist. Die Trennwand ist dabei derart ausgestaltet, dass lediglich ein Teil des Materials von der Wirbelschichtzone zur Beruhigungszone durchgelassen wird.

[0011] Insgesamt kann dadurch ein kontrollierter Materialaustrag und letztendlich eine Erhöhung der Effizienz und der Kapazität des Trocknungsreaktors sowie eine Erhöhung der Produktqualität erreicht werden.

[0012] Bei Betrieb des erfindungsgemässen Trocknungsreaktors wird durch die Rotation der Rotorwelle mit den daran angeordneten Rotorblättern in der Wirbelschichtzone des Trocknungsraums ein Wirbelbett bzw. ein quasi-Wirbelbett erzeugt.

[0013] Im Besonderen liegt der Trocknungsreaktor als "CFT"-Trocknungsreaktor vor; demgemäss wird das (quasi-)Wirbelbett insbesondere und bevorzugt ausschliesslich mechanisch erzeugt, wodurch sich besagter

Reaktor von einem konventionellen Wirbelschichtreaktor unterscheidet.

[0014] Trockene bzw. teilweise getrocknete Partikel des Wirbelbetts kommen in Kontakt mit der beheizten Innenwand des Gehäuses und werden so erhitzt. Durch die Materialzuführung eingeleitetes und fein verteiltes frisches Nassgut kommt in Kontakt mit den trockenen bzw. teilweise getrockneten Partikeln des Wirbelbetts. Die (teilweise) getrockneten Partikel bleiben an den nassen Partikeln kleben. Da sich schnell viele trockene Partikel an die nassen Partikel anlagern können, wird eine Verteilung des flüssigen Anteils in den nassen Partikeln erzielt; mithin werden die nassen Partikel von den trockenen Partikeln umhüllt, wodurch verhindert wird, dass klebrige Phasen entstehen und dass das Nassgut in direkten Kontakt mit der Innenwand kommt, dort kleben bleibt und Krusten bildet.

[0015] Zudem wird den nassen Partikeln durch das Anlagern der trockenen und heissen Partikeln Wärme zugeführt, sodass schnell eine Verdampfung des flüssigen Anteils einsetzen kann. Durch den Kontakt mit der beheizten Innenwand des Gehäuses, durch Kontakt mit erhitzten Partikeln des Wirbelbetts und durch Wärmeübertragung der im Innenraum vorhandenen Gase wird den zu trocknenden Partikeln weiter Wärme zugeführt, was zu weiterer Verdampfung des flüssigen Anteils in den zu trocknenden Partikeln führt. Die Verdampfung wird zudem durch die grosse frei zugängliche Oberfläche und durch die gute Durchmischung der Partikel im Wirbelbett begünstigt.

[0016] Da gemäss der vorliegenden Erfindung die Erzeugung des Wirbelbetts im Besonderen lediglich mechanisch erzeugt wird, kann der Trocknungsreaktor unter vermindertem Druck bzw. Vakuum gefahren werden. Dies erlaubt es, weniger Wärmeenergie für die Trocknung aufzuwenden, als dies etwa bei einem konventionellen Wirbelschichtreaktor der Fall ist.

[0017] Die Verdampfung der flüssigen Anteile im zugeleiteten Nassgut führt zur Bildung von Brüden, welche über den Brüdenausgang aus dem Trocknungsraum und aus dem Gehäuse abgeleitet werden können. Der Begriff "Brüden", wie er im Zusammenhang mit der vorliegenden Erfindung verwendet wird, umfasst dabei sowohl Wasserdampf als auch andere Lösungsmitteldämpfe.

[0018] Die Anzahl und Anordnung der Rotorblätter entlang der Rotorwelle variiert je nach Anwendung des Trocknungsreaktors. Meist ist eine regelmässige Anordnung der Rotorblätter bevorzugt. Das bedeutet, dass die einzelnen Rotorblätter in der Regel gleichmässig entlang der Rotorwelle voneinander beabstandet sind und gleichzeitig regelmässig in Umfangrichtung verteilt sind. Durch die regelmässige Anordnung wird ein homogenes Wirbelbett innerhalb der Wirbelschichtzone erzielt.

[0019] Durch die Rotation der Rotorwelle wird mittels der Rotorblätter einerseits, wie oben ausgeführt, ein (quasi-)Wirbelbett erzeugt. Andererseits wird eine Förderrichtung der Partikel in Richtung des zweiten Endbereichs des Gehäuses bzw. in Richtung des Materialaus-

trags erzielt. Da die Partikel in einem (quasi-)Wirbelbett vorliegen, besitzen sie eine hohe kinetische Energie und stossen häufig mit anderen Partikeln, mit dem Gehäuse, mit der Trennwand und/oder mit dem Wehr zusammen, so dass die einzelnen Partikel häufig ihre Richtung ändern. Dadurch wird eine intensive Durchmischung in Längsrichtung, d.h. parallel zur Rotorwelle, erzielt. Somit gelangen getrocknete bzw. teilweise getrocknete Partikel wieder in die Nähe der Materialzuführung, wo sie gegebenenfalls mit nassen Partikeln zusammentreffen. Insgesamt wird so eine Rückmischung gemäss einleitender Beschreibung erzielt, ohne dass jedoch ein externer mechanischer Aufwand für die Rückförderleistung der getrockneten Partikel nötig wird. Um die Intensität der Durchmischung zu erhöhen, können die Rotorblätter mit unterschiedlichen Anstellwinkeln - und somit unterschiedlichen Wurf- oder Transportrichtungen - versehen sein. Insbesondere können Rotorblätter mit entgegengesetzt gerichteten Wurf- oder Transportrichtungen einander abwechseln. Damit kann gezielt Einfluss auf die Rückvermischung innerhalb des Trocknungsreaktors genommen und die Verweilzeit der Partikel verlängert oder vergleichmässigt werden.

[0020] Die Wirbelschichtzone des erfindungsgemässen Trocknungsreaktors wird in Förderrichtung hin durch eine oder mehrere Trennwände begrenzt. In Förderrichtung stromabwärts der mindestens einen Trennwand ist die Beruhigungszone angeordnet. Diese mindestens eine Trennwand ist teildurchlässig, d.h. dass sie - wie oben erwähnt - den Durchfluss lediglich eines Teils der sich auf die Trennwand zu bewegendem Partikel in die Beruhigungszone ermöglicht, während der andere Teil gegen die Trennwand prallt und so am Verlassen der Wirbelschichtzone gehindert wird.

[0021] Im Allgemeinen ragt die Trennwand von oben in den Trocknungsraum und deckt dabei in Förderrichtung betrachtet lediglich einen Teil der Querschnittsfläche des Reaktorinnenraums ab; eine zu hohe Stauwirkung durch die Trennwand wird somit verhindert. Alternativ ist aber auch denkbar, dass eine teildurchlässige Trennwand vorgesehen wird, die den gesamten Querschnitt des Trocknungsraums abdeckt.

[0022] Da der Trocknungsreaktor in der Regel kreiszylinderförmig ausgestaltet ist, ist die Trennwand in der Regel kreisförmig oder kreissegmentförmig ausgebildet.

[0023] In der Regel umfasst die Trennwand Ablenkklappen (oder "Baffles"), die in einer zur Förderrichtung schräg ausgerichteten Ebene verlaufen und schlitzartige Öffnungen ausbilden, durch die im Betrieb des Trocknungsreaktors die Partikel schräg nach unten geleitet werden.

[0024] Diejenigen Partikel, die durch die Trennwand durchgelassen werden, erfahren durch die Trennwand eine Ablenkung aus der von den Rotorblättern vorgegebenen Förderrichtung. Dabei werden die Partikel abgebremst.

[0025] In der Beruhigungszone weisen die Partikel in der Folge eine tiefere durchschnittliche Geschwindigkeit

auf als in der Wirbelschichtzone; insgesamt bildet sich somit in der Beruhigungszone eine definierte Materialgrenzschicht aus, was ein kontrollierter Materialaustrag erst ermöglicht.

[0026] Zudem wird durch die Trennwand die Aufenthaltsdauer der Partikel in der Wirbelschichtzone verlängert, womit insgesamt eine bessere Trocknung erreicht wird.

[0027] Die Ablenklamellen sind besonders bevorzugt "optisch dicht" angeordnet, dass heisst, dass in Förderichtung betrachtet jede einzelne Ablenklamelle mit der jeweils benachbarten Ablenklamelle überlappt. Dadurch wird verhindert, dass parallel zur Förderachse fliegende Partikel in die Beruhigungszone gelangen können, ohne aus ihrer Flugbahn abgelenkt zu werden.

[0028] Gemäss einer Ausführungsform kann der kontrollierte Materialaustrag aus der Beruhigungszone mittels eines Wehrs bewerkstelligt werden. Dabei gelangt lediglich der Überlauf in einen auf die Beruhigungszone folgenden Austragsbereich und schliesslich in den Materialaustrag. Der Durchlass des Wehrs kann dabei etwa in Form eines Spaltes ausgestaltet sein.

[0029] Im Austragsbereich sind an der Rotorwelle vorzugsweise keine Rotorblätter angeordnet, welche die Partikel aufwirbeln. Daher sinken die getrockneten Partikel ab und sammeln sich im unteren Bereich des Austragsbereichs an, wodurch eine Schüttung mit einer definierten Materialgrenzschicht erhalten wird. Dem Austragsbereich ist ein Trockengutausgang zugeordnet, mit dessen Hilfe die getrockneten Partikel aus dem Gehäuse des Trockenreaktors entfernt werden können. Aufgrund des Ansammelns der Partikel kann der Austrag, insbesondere die Austragsmenge, genau kontrolliert werden.

[0030] Alternativ oder zusätzlich dazu ist denkbar, dass in der Beruhigungszone ein Füllstandsensor vorgesehen ist, mittels welchem der Füllstand in der Beruhigungszone ermittelt werden kann. In dieser Ausführungsform ist in der Regel zudem eine Austragsschnecke vorgesehen, welche bei Überschreitung des vorgegebenen maximalen Füllstands betätigt wird, um das zu trocknende Material bzw. Trockengut aktiv aus der Beruhigungszone auszutragen. Die Förderleistung des Trockengutaustrags, insbesondere der Austragsschnecke, wird dabei vorzugsweise durch den Füllstandssensor geregelt. Dadurch, dass in dieser Ausführungsform das getrocknete Material direkt aus der Beruhigungszone entnommen wird, kann etwa bei Produktwechseln die Entleerung des Trockners vereinfacht werden.

[0031] Gemäss einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemässen Trockenreaktors weist die Rotorwelle im Bereich der Beruhigungszone keine Rotorblätter auf. Dadurch werden die Partikel in der Beruhigungszone nicht wie in der Wirbelschichtzone aufgewirbelt und werden allmählich abgebremst. Somit kann in dieser Ausführungsform eine Stauwirkung erzielt werden, wobei Partikel mit hoher Geschwindigkeit aus der Wirbelschichtzone nach dem Eintritt in die Beruhigungszone mit sich darin befindenden Partikeln zusammenstossen

und so zusätzlich abgebremst werden. Somit wird die Aufenthaltszeit der Partikel im Trocknungsraum weiter verlängert und letztendlich eine bessere Trocknung erzielt.

[0032] Alternativ zu der ersten Ausführungsform werden die Partikel in der Beruhigungszone aktiv gemischt. Eine Durchmischung verhindert das Setzen bzw. die Ablagerung von Partikeln in der Beruhigungszone. Durch die Durchmischung und Auflockerung der Partikel in der Beruhigungszone wird zudem weiterhin eine effiziente Trocknung ermöglicht. Demzufolge ist die Innenwand vorzugsweise nicht nur im Bereich der Wirbelschichtzone, sondern im ganzen Bereich des Trocknungsraums, also auch im Bereich der Beruhigungszone beheizbar, wodurch eine Rückkondensation von Brüden verhindert werden kann.

[0033] Eine entsprechende Durchmischung in der Beruhigungszone kann etwa durch einen eingeleiteten Gasstrom erzielt werden.

[0034] Bevorzugt wird eine allfällige Durchmischung in der Beruhigungszone durch mindestens ein an der Rotorwelle angeordnetes Rotorblatt erzielt, wobei dieses im Vergleich zu den Rotorblättern in der Wirbelschichtzone gleich bzw. ähnlich oder anders ausgestaltet sein können. In einer bevorzugten Ausführungsform erstreckt sich das mindestens eine Rotorblatt im Bereich der Beruhigungszone radial weniger weit von der Rotorwelle weg als die Rotorblätter in der Wirbelschichtzone. Zudem ist denkbar, weniger effektive Rotorblätter, insbesondere solche mit geringerem Anstellwinkel, bzw. - bei Vorliegen mehrerer Rotorblätter - einen grösseren Abstand in axialer Richtung der Rotorwelle vorzusehen. Somit wird einerseits eine Auflockerung und Durchmischung der Partikel in der Beruhigungszone erreicht. Andererseits wird eine allzu grosse Stauwirkung, wie sie etwa bei Verwendung der Rotorblätter der Wirbelschichtzone erhalten würde und die im Extremfall zu einem Bersten des Wehres führen könnte, vermieden und lediglich ein moderater Druck auf das Wehr ausgeübt.

[0035] Gerade bei langen Trocknungsreaktoren ist zudem denkbar, mehrere Beruhigungszone vorzusehen, welche vorzugsweise durch erfindungsgemässe Trennwände voneinander getrennt sind und in denen weniger effektive Rotorblätter angeordnet sind bzw. ein grösserer Abstand zwischen den Rotorblättern vorliegt, als dies in der Wirbelschichtzone der Fall ist. Um der Bildung von unerwünschtem Granulat entgegenzuwirken, können in diesen Zonen Zerkleinerer angeordnet werden, um grössere Partikel mechanisch zu zerkleinern.

[0036] Die im Trocknungsraum entstandenen Brüden werden wie oben bereits erwähnt über einen Brüdenausgang aus dem Gehäuse entfernt. In einer bevorzugten Ausführungsform weist das Gehäuse einen Brüdenom auf, welcher zwischen Trocknungsraum und Brüdenausgang angeordnet ist. Im Brüdenom werden die Partikel des Wirbelbetts von den Brüden getrennt. Die so gereinigten Brüden können zusätzlich mit Brüdenfiltern gereinigt werden, bevor sie über den Brüdenausgang aus dem

Gehäuse entfernt werden. Der Brüdenstrom und/oder gegebenenfalls die Brüdenfilter sind vorzugsweise beheizbar.

[0037] Liegt ein Brüdenfilter vor, so wird dieses von Zeit zu Zeit abgereinigt. Diese Abreinigung erfolgt in der Regel mittels eines Druckstosses. Durch die erfindungsgemässe Massnahme, eine durch eine teildurchlässige Wand von der Wirbelschichtzone abgegrenzte Beruhigungszone vorzusehen, wird selbst bei einem solchen Druckstoss ein unkontrollierter Austrag wirksam verhindert.

[0038] In einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemässen Trocknungsreaktors ist die Rotorwelle beheizbar, wodurch zusätzlich Wärmeenergie ins System eingebracht wird, die Erwärmung der zu trocknenden Partikel beschleunigt und insbesondere auch die Krustenbildung minimiert bzw. verhindert wird.

[0039] Der erfindungsgemässe Trocknungsreaktor ist vorzugsweise derart konstruiert, so dass er sowohl bei Überdruck, Normaldruck als auch unter vermindertem Druck, insbesondere Vakuum, betrieben werden kann. Insbesondere eine Verfahrensführung unter vermindertem Druck bzw. Vakuum erlaubt es, weniger Wärmeenergie für die Trocknung aufzuwenden, als dies etwa bei einem konventionellen Wirbelschichtreaktor der Fall ist.

[0040] Weiter betrifft die vorliegende Erfindung ein Verfahren zur Trocknung von Material oder zur Abtrennung von verwertbaren Materialien mittels eines in einem Trocknungsreaktor wie vorausgehend beschrieben mechanisch erzeugten Wirbelbetts.

[0041] Gemäss dem Verfahren wird aufgrund der Rotation der Rotorwelle ein trockene Partikel des zu trocknenden Materials umfassendes Wirbelbett erzeugt.

[0042] Das zu trocknende Material wird über die Materialzuführung in den Trocknungsreaktor zum Wirbelbett zugeführt, worauf das zu trocknende Material mit trockenen Partikeln des Wirbelbetts in Kontakt kommt. Dadurch wird eine Verteilung des flüssigen Anteils in den nassen Partikeln erzielt. Vorzugsweise wird das zu trocknende Material so eingeleitet, dass es fein verteilt, insbesondere in kleinen Tröpfchen bzw. kleinen Teilchen, im Trocknungsraum vorliegt.

[0043] Das erfindungsgemässe Verfahren kann sowohl diskontinuierlich als auch kontinuierlich betrieben werden. Im diskontinuierlichen Verfahren können die trockenen Partikel etwa durch dieselbe Materialzuführung, wie sie für das zu trocknende Material verwendet wird, in den Trockenraum eingeleitet werden. Alternativ kann eine separate, für die trockenen Partikel vorgesehene Materialzuführung am Trockenreaktor vorgesehen sein. Im kontinuierlichen Betrieb liegen trockene Partikel zusammen mit teilweise getrockneten Partikeln bereits im Trocknungsraum vor.

[0044] Das Verfahren wird vorzugsweise mit Füllhöhen zwischen 50 und 90%, besonders bevorzugt mit 80%, durchgeführt. Mit diesen Füllhöhen wird gewährleistet, dass sich schnell viele trockene bzw. teilweise getrocknete Partikel an die nassen Partikel anlagern.

Durch den Kontakt der trockenen und heissen Partikeln mit den nassen bzw. zu trocknenden Partikeln wird Letzteren Wärme zugeführt, so dass schnell eine Verdampfung niedrig siedender Verbindungen des flüssigen Anteils in den zu trocknenden Partikeln einsetzen kann.

[0045] Die Partikel des Wirbelbetts heizen sich durch den Kontakt mit der beheizten Innenwand des Gehäuses weiter auf, worauf der flüssige Anteil verdampft und das zugeführte Material getrocknet wird. Die dabei gebildeten Brüden werden über einen Brüdenausgang aus dem Trockenreaktor abgeleitet.

[0046] Ein erster Anteil des Wirbelbetts wird von der Trennwand in der Wirbelschichtzone zurückgehalten. Ein zweiter Anteil gelangt in der Regel über eine Auslenkung aus der Förderrichtung in die Beruhigungszone, in der die Partikel eine reduzierte Durchschnittsgeschwindigkeit aufweisen. Dabei bildet sich eine mindestens annähernd definierte Materialgrenzschicht, was es erlaubt, das Produkt mittels eines Wehres oder eines Füllstandssensors kontrolliert aus dem Trocknungsreaktor auszutragen.

[0047] Die getrockneten Partikel im Austragsbereich liegen als Schüttung vor und werden über den Trockengutaustag aus dem Trocknungsreaktor abgeführt.

[0048] Während des erfindungsgemässen Verfahrens entstehen durch das Anlagern von trockenen Partikeln an nasse bzw. zu trocknende Partikel vereinigte Partikel mit vergrössertem Durchmesser. Dieser Tendenz, dass das Volumen der Partikel gerade in einem kontinuierlich betriebenen Verfahren über die Zeit zunimmt, steht die durch die Rotation der Rotorblätter bzw. allfälliger Zerkleinerer bewirkte Scherkraft entgegen, aufgrund welcher die Partikel zerkleinert werden.

[0049] Das erfindungsgemässe Verfahren wird wie erwähnt vorzugsweise unter vermindertem Druck, insbesondere Vakuum, durchgeführt, was eine Erniedrigung der Verfahrenstemperatur ermöglicht. Dadurch kann erstens der Energieaufwand reduziert werden. Zweitens können dadurch allfällige, unerwünschte Zersetzungsreaktionen während des Prozesses verlangsamt werden, was insbesondere bei der Abtrennung von verwertbaren Materialien vorteilhaft ist.

[0050] Weiter betrifft die vorliegende Erfindung die Verwendung des erfindungsgemässen Trockenreaktors zur Trocknung von Nassgut, insbesondere Schlamm oder Pasten, sowie zur Behandlung von Destillationsrückständen, insbesondere zur Gewinnung von in Destillationsrückständen verbliebenen Produkten. Typische Anwendungsgebiete stellen etwa die Trocknung von Farbschlämmen, Lackschlämmen, Teerschlämmen sowie salzhaltige und krustenbildende Produkte dar.

[0051] Die Erfindung wird anhand der anliegenden Figuren illustriert:

Fig. 1 zeigt schematisch einen Längsschnitt durch eine Ausführungsform des erfindungsgemässen Trocknungsreaktors; und

Fig. 2 zeigt schematisch einen Längsschnitt durch eine weitere Ausführungsform des erfindungsgemässen Trocknungsreaktors.

[0052] Gemäss Fig. 1 weist der erfindungsgemässe Trocknungsreaktor 2 ein einen Innenraum 4 umschliessendes, im Wesentlichen kreiszylinderförmiges Gehäuse 6 mit einer mittels Beheizungen 8 beheizbaren Innenwand 10 auf. In einem ersten Endbereich 6a des Gehäuses 6 sind durch die Innenwand 10 führende Materialzuführungen 12, 12', 12" in Form von Einlassstutzen 14, 14', 14" zur Einleitung des zu trocknenden Materials in den Innenraum 10 vorgesehen. Diesen Einlassstutzen 14, 14', 14" können Mittel wie etwa Verdüsen zugeordnet werden, um das zu trocknende Material in fein verteilter Form in den Innenraum 10 des Trocknungsreaktors 2 abzugeben.

[0053] In einem dem ersten Endbereich 6a in axialer Richtung gegenüberliegenden zweiten Endbereich 6b ist ein Trockengutaustrag 16 zum Austragen des getrockneten Materials vorgesehen.

[0054] Im Innenraum 10 ist eine mittels eines Motors 18 antreibbare Rotorwelle 20 angeordnet. Diese ist in der den Stirnseitenwänden 22a, 22b des Gehäuses 6 drehbar gelagert. Die Lagerung 26a bzw. 26b ist jeweils aussen an den Stirnseitenwänden 22a, 22b des Gehäuses 6 angeordnet und weist eine die Rotorwelle 20 abdichtende Abdichtung 24 etwa in Form eines O-Rings auf.

[0055] Die Rotorwelle 20 weist radial beabstandete Rotorblätter 28a, 28b, 28c, 28d, 28e, 28f, 28g, 28h auf. Diese erzeugen in einem dem ersten Endbereich 6a des Gehäuses 6 zugewandten Trocknungsraum 30 einerseits ein (quasi-)Wirbelbett der Partikel und fördern diese andererseits von der Materialzuführung 12 in Richtung zum Trockengutaustrag 16 hin.

[0056] An diese dem ersten Endbereich 6a zugewandte und das (quasi-)Wirbelbett umfassende Wirbelschichtzone 32 des Trocknungsraums 30 schliesst in Förderrichtung stromabwärts eine mittels einer Trennwand 34 von der Wirbelschichtzone 32 separierte Beruhigungszone 36 des Trocknungsraums 30 an.

[0057] Die Trennwand 34 verläuft in einer im Wesentlichen senkrecht zur Förderrichtung stehenden Ebene und ragt von oben in den Innenraum 10. Sie ist kreissegmentförmig ausgebildet und deckt somit lediglich einen Teil des Reaktorquerschnitts ab.

[0058] Die Trennwand ist teildurchlässig ausgestaltet, d.h., dass lediglich ein Teil des Materials von der Wirbelschichtzone 32 zur Beruhigungszone 36 durchgelassen wird. Wie mittels gestrichelter Linien angedeutet, weist die Trennwand 34 hierzu Ablenklamellen 35 auf, die parallel zueinander und bezüglich Förderrichtung in schräg nach unten verlaufenden Ebenen verlaufen und "optisch dicht" angeordnet sind.

[0059] Die Beruhigungszone 36 ist in der in Fig. 1 gezeigten Ausführungsform durch ein einen Materialdurchlass 37 umfassendes Wehr 38 von einem dem zweiten

Endbereich 6b zugewandten Austragsbereich 40 separiert, aus dem das getrocknete Material über den Trockengutaustrag 16 aus dem Innenraum 10 ausgetragen wird.

[0060] Im Bereich der Wirbelschichtzone 32 ist im Übrigen ein Brüdendurchlass 50 vorgesehen, an den ein Brüdenfilter 46 umfassender Brüdenom 48 angeflanscht ist. Von diesem werden die Brüden über einen Brüdenauslass 44 abgeführt.

[0061] In der gezeigten Ausführungsform sind sieben Rotorblätter 28a, 28b, 28c, 28d, 28e, 28f, 28g in der Wirbelschichtzone 32 gleichmässig voneinander beabstandet angeordnet. In der Beruhigungszone ist in der gezeigten Ausführungsform ebenfalls ein Rotorblatt 28h angeordnet, welches sich radial weniger weit von der Rotorwelle 20 weg erstreckt (und somit weiter von der Innenwand 10 beabstandet ist) als die Rotorblätter in der Wirbelschichtzone 32 und zur Auflockerung der Partikel in der Beruhigungszone 36 dient.

[0062] Im Betrieb wird durch die Rotation der Rotorwelle 20 bzw. mittels der Rotorblätter 28a, 28b, 28c, 28d, 28e, 28f, 28g in der Wirbelschichtzone ein (quasi-)Wirbelbett erzeugt, welches durch den Kontakt mit der beheizten Innenwand erhitzt wird. Über die Materialzuführungen 12, 12', 12" wird das zu trocknende Material in den Trocknungsraum 30 eingeleitet, worauf das zu trocknende Material in der Wirbelschichtzone 32 mit den erhitzten Partikeln des Wirbelbetts in Kontakt kommt und sich mit diesen vereinigt. Dabei kommt es zu einer ersten Temperaturerhöhung des flüssigen Anteils aus dem zu trocknenden Material. Zudem werden die vereinigten Partikel durch den Kontakt mit der beheizten Innenwand 10 des Gehäuses 6 weiter aufgeheizt, wobei niedrig siedende Verbindungen unter der Bildung von Brüden verdampfen und die vereinigten Partikel getrocknet werden.

[0063] Die Brüden werden über den Brüdendurchlass 50 in den Brüdenom 48 abgeleitet, wo allfällig mitgeführte Partikel am Brüdenfilter 46 abgetrennt und in den Innenraum 10 des Trocknungsreaktors 2 zurückgeführt werden. Die gereinigten Brüden verlassen den Brüdenom 48 über den Brüdenausgang 44.

[0064] Ein erster Anteil der vereinigten Partikel wird von der Trennwand 34 in der Wirbelschichtzone 32 zurückgehalten. Ein zweiter Anteil wird über die von den Ablenklamellen 35 gebildeten, schlitzartigen Öffnungen der Trennwand 34 in die Beruhigungszone 36 befördert, in der die Partikel eine gegenüber der Wirbelschichtzone reduzierte Durchschnittsgeschwindigkeit aufweisen und sich eine definierte Materialgrenzschicht ausbildet. Über den Materialdurchlass 37 des Wehres 38 gelangt der Überlauf der Partikel dann in den Austragsbereich 40.

[0065] Die im Austragsbereich 40 als Schüttung vorliegenden Partikel werden schliesslich über den Trockengutaustrag 16 aus dem Innenraum 10 des Trocknungsreaktors 2 abgeführt.

[0066] Gemäss der in Fig. 2 gezeigten Ausführungsform wird der kontrollierte Materialaustrag mittels eines Füllstandsensors 42 statt eines Wehres bewerkstelligt. In

dieser Ausführungsform erstreckt sich die Beruhigungszone 36 somit von der Trennwand 34 bis zur Stirnseitenwand 22b. Der Füllstandsensor 42 ist dabei im Bereich der Beruhigungszone 36 angeordnet und mit einem Trockengutaustrag in Form einer Austragsschnecke 17 gekoppelt, welche bei Überschreitung eines vorgegebenen maximalen Füllstands betätigt wird, um das zu trocknende Material bzw. Trockengut aktiv aus der Beruhigungszone 36 auszutragen.

Patentansprüche

1. Trocknungsreaktor mit einem einen Innenraum (4) umschliessenden Gehäuse (6) mit einer beheizbaren Innenwand (10), einer Materialzuführung (12, 12', 12'') zur Einleitung des zu trocknenden Materials in einem ersten Endbereich (6a) des Gehäuses (6), einem Trockengutaustrag (16) in einem dem ersten Endbereich (6a) axial gegenüberliegenden zweiten Endbereich (6b) des Gehäuses (6) und einem Brüdenausgang (44), wobei der Innenraum (4) einen eine Wirbelschichtzone (32) umfassenden Trocknungsraum (30) umfasst, und im Innenraum (4) eine um ihre Achse drehend antreibbare Rotorwelle (20) angeordnet ist, die dazu bestimmt ist, das zu trocknende Material mittels an der Rotorwelle (20) angeordneter Rotorblätter (28a, 28b, 28c, 28d, 28e, 28f, 28g) in der Wirbelschichtzone (32) aufzuwirbeln und von der Materialzuführung (12, 12', 12'') in Richtung zum Trockengutaustrag (16) hin zu fördern, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Trocknungsraum (30) eine Beruhigungszone (36) aufweist, welche zwischen der Wirbelschichtzone (32) und dem Trockengutaustrag (16) angeordnet und durch eine Trennwand (34) von der Wirbelschichtzone (32) abgegrenzt ist, wobei die Trennwand (34) derart ausgestaltet ist, dass lediglich ein Teil des Materials von der Wirbelschichtzone (32) zur Beruhigungszone (36) durchgelassen wird.
2. Trocknungsreaktor gemäss Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Trennwand (34) Ablenklamellen (35) aufweist, die parallel zueinander und bezüglich Förderrichtung in schräg nach unten verlaufenden Ebenen verlaufen.
3. Trocknungsreaktor gemäss Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** auch im Bereich der Beruhigungszone (36) mindestens ein Rotorblatt (28h) an der Rotorwelle (20) angeordnet ist.
4. Trocknungsreaktor gemäss Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich das mindestens eine Rotorblatt (28h) im Bereich der Beruhigungszone (36) radial weniger weit von der Rotorwelle (20) weg erstreckt als die Rotorblätter (28a, 28b, 28c, 28d, 28e, 28f, 28g) in der Wirbelschichtzone (32).

5. Trocknungsreaktor gemäss einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Trennwand (34) in einer mindestens nahezu senkrecht zur Förderrichtung verlaufenden Ebene angeordnet ist.
6. Trocknungsreaktor gemäss einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Trennwand (34) kreisförmig oder kreissegmentförmig ausgebildet ist.
7. Trocknungsreaktor gemäss einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen Beruhigungszone und Trockengutaustrag ein Wehr zum kontrollierten Austragen des Material angeordnet ist.
8. Trocknungsreaktor gemäss einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** dem Trocknungsraum ein Füllstandssensor zur Ermittlung des Füllstands in der Beruhigungszone zugeordnet ist und der Trockengutaustrag (16) eine Austragsschnecke (17) umfasst.
9. Trocknungsreaktor gemäss einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Gehäuse (6) einen vorzugsweise beheizbaren Brüdenraum (48) aufweist, wobei der Brüdenraum (48) zwischen Trocknungsraum (30) und Brüdenausgang (44) angeordnet ist.
10. Trocknungsreaktor gemäss einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rotorwelle (20) beheizbar ist.
11. Trocknungsreaktor gemäss einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** es ein CFT-Trocknungsreaktor ist.
12. Verfahren zur Trocknung von Material mittels eines in einem Trocknungsreaktor (2) gemäss einem der vorangehenden Ansprüche mechanisch erzeugten Wirbelbetts, wobei
 - mittels der Rotation der Rotorwelle (20) ein trockene Partikel des zu trocknenden Materials umfassendes Wirbelbett erzeugt wird,
 - das zu trocknende Material über die Materialzuführung (12, 12', 12'') in den Trocknungsreaktor zum Wirbelbett zugeführt wird,
 - sich das Wirbelbett durch den Kontakt mit der beheizten Innenwand (10) des Gehäuses (6) aufheizt, wobei das zu trocknende Material getrocknet wird,
 - die Brüden über einen Brüdenausgang (50) abgeleitet werden,
 - ein erster Anteil des Materials von der Trennwand (34) in der Wirbelschichtzone (32) zurück-

gehalten wird, und ein zweiter Anteil des Materials in die Beruhigungszone (36) befördert wird, in der die Partikel über eine gegenüber der Wirbelschichtzone (32) reduzierte Durchschnittsgeschwindigkeit aufweisen, und
- die Partikel aus dem Austragsbereich (40) über den Trockengutaustrag (16) abgeführt werden.

5

13. Verfahren gemäss Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** es unter vermindertem Druck, insbesondere Vakuum, durchgeführt wird.

10

14. Verwendung des Trocknungsreaktors gemäss einem der Ansprüche 1 bis 11 zur Trocknung von Nassgut, insbesondere Schlamm oder Pasten.

15

15. Verwendung des Trocknungsreaktors gemäss einem der Ansprüche 1 bis 11 zur Behandlung von Destillationsrückständen.

20

25

30

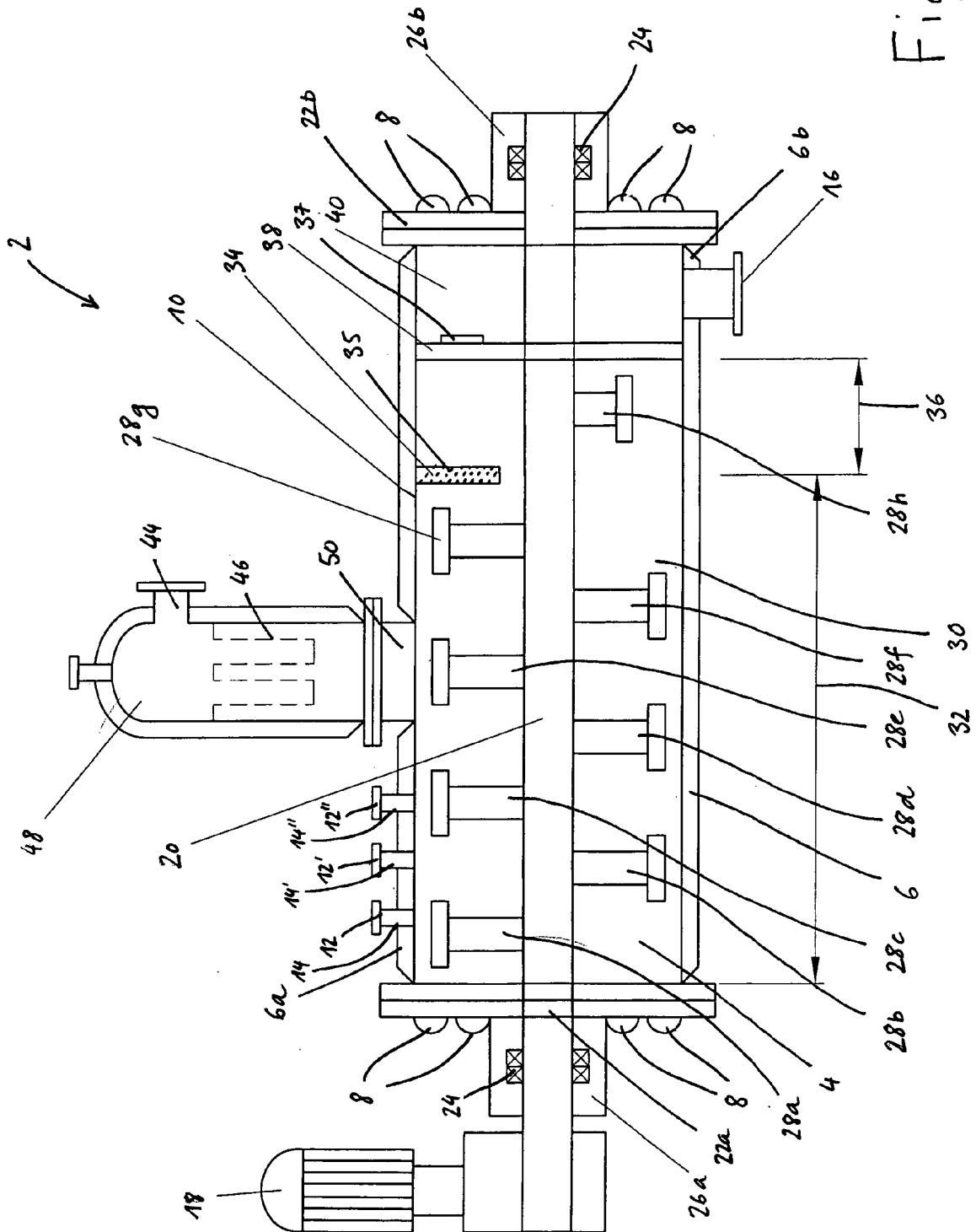
35

40

45

50

55



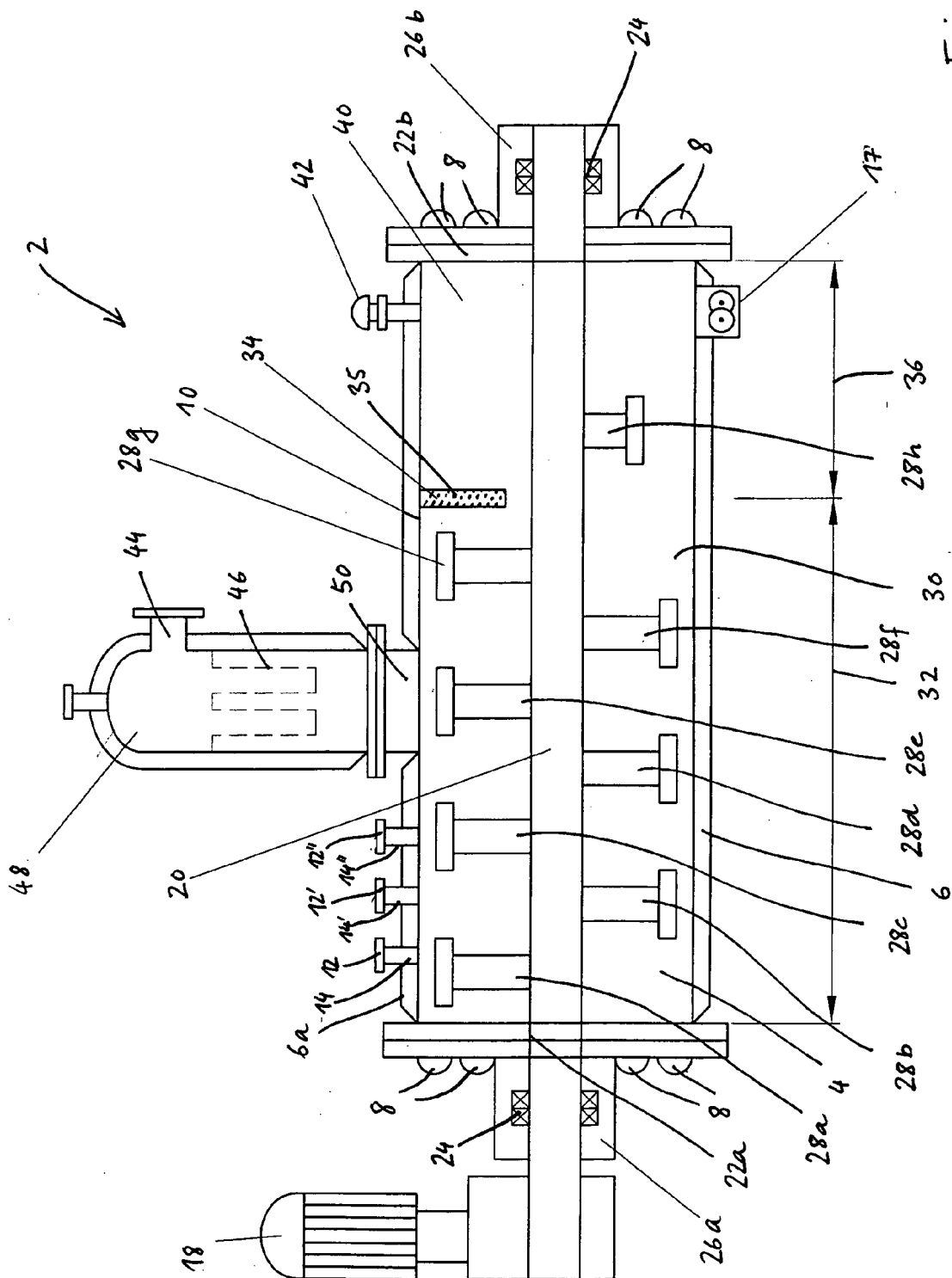


Fig. 2



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 11 00 4226

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
Y	DE 28 31 890 A1 (LOEDIGE MASCHBAU GMBH GEB) 31. Januar 1980 (1980-01-31) * Seite 4, Zeile 4 - Zeile 22; Abbildung 1 * * Seite 5, Zeile 15 - Zeile 37 * * Seite 7, Zeile 1 - Zeile 20 * * Seite 8, Zeile 5 - Zeile 13 * * Seite 9, Zeile 18 - Zeile 32 * -----	1,3-15	INV. F26B17/20
Y	EP 0 786 288 A1 (ZETTL GMBH & CO F [DE]; VOEST ALPINE IND ANLAGEN [AT]) 30. Juli 1997 (1997-07-30) * Spalte 1, Zeile 3 - Zeile 7; Abbildungen 1,11 * * Spalte 2, Zeile 23 - Zeile 39 * * Spalte 2, Zeile 47 - Spalte 3, Zeile 9 * * Spalte 3, Zeile 24 - Zeile 31 * * Spalte 3, Zeile 40 - Zeile 49 * * Spalte 4, Zeile 15 - Zeile 18 * * Spalte 5, Zeile 28 - Zeile 32 * * Spalte 6, Zeile 45 - Spalte 7, Zeile 6 * * Spalte 7, Zeile 30 - Zeile 37 * * Spalte 8, Zeile 13 - Zeile 26 * -----	1,3-15	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F26B B01J B01F
A	US 4 818 297 A (HOLZMUELLER REINHOLD [DE] ET AL) 4. April 1989 (1989-04-04) * Spalte 1, Zeile 7 - Zeile 17; Abbildungen 1,2 * -----	9,15	
A	US 1 489 702 A (HARE PATRICK J) 8. April 1924 (1924-04-08) * das ganze Dokument * -----	10	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 21. Oktober 2011	Prüfer Hauck, Gunther
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 : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, 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	

 1
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 11 00 4226

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.

21-10-2011

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 2831890 A1	31-01-1980	KEINE	
EP 0786288 A1	30-07-1997	AT 216912 T	15-05-2002
		DE 19602452 A1	07-08-1997
		ES 2176530 T3	01-12-2002
US 4818297 A	04-04-1989	DE 3142985 A1	11-05-1983
		JP 1601086 C	31-01-1991
		JP 2024561 B	30-05-1990
		JP 58084002 A	20-05-1983
US 1489702 A	08-04-1924	KEINE	

EPO FORM P0461

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