



(11)

EP 2 140 217 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
30.08.2017 Patentblatt 2017/35

(51) Int Cl.:
F26B 3/20 (2006.01) **F26B 7/00** (2006.01)
F26B 9/08 (2006.01) **F26B 25/00** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **08714794.8**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/CH2008/000144

(22) Anmeldetag: **01.04.2008**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2008/122137 (16.10.2008 Gazette 2008/42)

(54) VERFAHREN ZUM TROCKNEN EINES NASSMATERIALS

METHOD FOR DRYING A WET MATERIAL

PROCÉDÉ POUR SÉCHER UN MATÉRIAU HUMIDE

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

(30) Priorität: **04.04.2007 CH 548072007**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
06.01.2010 Patentblatt 2010/01

(73) Patentinhaber: **Lehmann, Markus
5610 Wohlen (CH)**

(72) Erfinder:
• **BRAENDLI, Mark
CH-5018 Erlinsbach (CH)**

• **LEHMANN, Markus
CH-5610 Wohlen (CH)**

(74) Vertreter: **Schneider Feldmann AG
Patent- und Markenanwälte
Beethovenstrasse 49
Postfach
8027 Zürich (CH)**

(56) Entgegenhaltungen:
**EP-A1- 0 379 657 WO-A-02/09837
WO-A-2006/033718 DE-A1- 1 953 915
DE-A1- 10 006 036 DE-A1- 19 822 355
FR-A- 1 254 139 GB-A- 2 052 708
US-A- 4 153 411 US-A- 5 490 907
US-A- 5 810 975 US-A1- 2006 000 108**

EP 2 140 217 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Trocknen eines pastösen Nassmaterials, insbesondere Schlamm, umfassend eine Trockensubstanz, unter Verwendung eines gasdichten, auf Über- und/oder Unterdruck festen Behältersystems, das einen Trocknungsbehälter mit dem Nassmaterial, das temperiert werden kann, einen Kondensator zum Kondensieren der zu Dampf gewordenen Flüssigkeit zum Kondensat, sowie einen den Trocknungsbehälter und den Kondensator verbindenden Dampfraum umfasst.

Stand der Technik

[0002] Bekannt sind Trocknungsanlagen für Schlamm, beispielsweise Klärschlamm. Bei solchen Anlagen wird der zu trocknende Schlamm in einer Vorstufe mit Zentrifugen vorgetrocknet, bis der Schlamm eine Trockensubstanz TS von etwa 20-40% aufweist. Dieses Ausgangsmaterial ist pastös und sehr klebrig, was die Handhabung erschwert. Dieses Nassgut kann nun gegen hohe Kosten in einer Verbrennungsanlage verbrannt werden. Dies geschieht bei ca 400 °C und ist sehr unbeliebt, weil dadurch oft Schadstoffe wie Schwermetalle freigesetzt werden.

[0003] Eine weitere Möglichkeit zur Trocknung des pastösen Ausgangsmaterials ist die Verwendung eines so genannten Wirbelschicht-Trockners, der mit Einsatz eines Heissluftgebläses die Masse unter ständiger Durchmischung trocknet. Probleme bei solchen Anlagen sind die starken Verklebungen an den Oberflächen der Anlageteilen sowie die starke Geruchsemission in die benachbarten Umgebung, wodurch die Wohnqualität stark einschränkt wird.

[0004] Eine Destillationsanlage wird in der WO 02/09837 angegeben, welche mit bekannten Verfahren zum Destillieren von beispielsweise schlammartigen Medien geeignet ist. Nachteilig an diesem Verfahren ist der hohe Energieaufwand, der für den Prozess erforderlich ist.

Darstellung der Erfindung

[0005] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein energiearmes Verfahren zum Trocknen eines Nassmaterials anzugeben, welches die Umwelt nicht mit Geruchsemission oder Giftstoffen belastet.

[0006] Die Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren, beschrieben im unabhängigen Patentanspruch.

[0007] Die der Erfindung zugrunde liegende Idee besteht darin, dass der Dampf im Dampfraum bis auf eine kleine, tolerierte Restmenge frei von Fremdgas ist. Dies wird erreicht, indem der Druck im Dampfraum überwacht und derart geregelt wird, dass die Trocknung stets im Bereich nahe des Sättigungsdampfdrucks der zu destil-

lierenden Flüssigkeit durchgeführt wird. Dazu müssen der Druck und die Temperatur im Dampfraum stets ermittelt werden. Bei zu hohem Druck wird dieser derart reduziert, dass dadurch vornehmlich Fremdgas entfernt wird. Dies fördert die Effizienz des Kondensators und somit die Leistung der Trocknungsanlage bei geringem Energieaufwand. Zudem kann die Temperaturdifferenz zwischen Trocknungsbehälter und Kondensator klein gehalten werden.

[0008] Weitere vorteilhafte Ausführungsformen gehen aus den Unteransprüchen hervor.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0009] Im Folgenden wird die Erfindung unter Bezug der Zeichnungen näher erklärt. Es zeigen

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer erfindungsgemässen Trocknungsanlage;

Fig. 2 eine weitere schematische Darstellung einer erfindungsgemässen Trocknungsanlage;

Fig. 3 ein Druck-Temperaturdiagramm mit dem Sättigungsdampfdruck der zu verdampfenden Flüssigkeit;

Fig. 4 eine schematische Darstellung einer Anordnung mehrerer erfindungsgemässer Trocknungsanlagen.

Wege zur Ausführung der Erfindung

[0010] Die Fig. 1 zeigt eine einfache Ausführung einer erfindungsgemässen Trocknungsanlage. Diese umfasst ein Behältersystem 1, das in die Bereiche Trocknungsbehälter 2, Kondensator 3 und Dampfraum 6 unterteilt ist, wobei das Behältersystem 1 auf Über- und/oder Unterdruck fest sein muss. Im Trocknungsbehälter 2 befindet sich das Nassmaterial 4, das die zu destillierende Flüssigkeit Fd umfasst und temperierbar ist. Der Kondensator 3 nimmt das ebenfalls temperierbare Kondensat 5 auf, welches durch die Destillation nach der Kondensation entsteht. Das Nassmaterial 4 sowie das Kondensat 5 können auch ausserhalb des Behältersystems 1 temperiert werden.

[0011] Der Dampfraum 6 verbindet den Trocknungsbehälter 2 mit dem Kondensator 3. Er ist mit dem zu kondensierenden Dampf Dk gefüllt. Dieser Dampf Dk entstand durch Verdampfen der zu destillierenden Flüssigkeit Fd aus dem Trocknungsbehälter 2. Der Dampfraum 6 ist ausgestattet mit einem Drucksensor 7 zum Messen des sich im Dampfraum 6 eingestellten Mischdruckes pm, mit einem Temperaturfühler 8 zum Messen der sich im Dampfraum 6 eingestellten Mischtemperatur Tm, sowie mit einem Druckregulator 9 zum Einstellen, insbesondere zum reduzieren des Mischdruckes pm im Dampfraum 6.

[0012] Zur Durchführung der Trocknung wird zuerst der Trocknungsbehälter 2 mit dem Nassmaterial 4 auf eine erste Temperatur T1 und der Kondensator 3 auf eine zweite, niedrigere Temperatur T2 gebracht. Anschließend wird der Mischdruck p_m und die Mischtemperatur T_m gemessen. Aus der gemessenen Mischtemperatur T_m lässt sich der Sättigungsdampfdruck p_s der Flüssigkeit F_d mit der Temperatur T_m bestimmen.

[0013] Der Sättigungsdampfdruck ist eine Eigenschaft einer Flüssigkeit. Er beschreibt den bei einer bestimmten Temperatur maximalen Dampfdruck und wird oft abgekürzt mit Dampfdruck bezeichnet. Beispielsweise entweichen aus reinen Flüssigkeiten solange Atome/Moleküle in die Gasphase, bis sich darin ein von der Stoffart und der Gleichgewichtstemperatur abhängiger Druck eingestellt hat. Dieser Druck ist der Sättigungsdampfdruck. Er herrscht, wenn das Gas im thermodynamischen Gleichgewicht mit der Flüssigkeit steht. In diesem Zustand ist die Verdampfung der Flüssigkeit mengenmäßig gleich der Kondensation des Gases. Keine der Phasen wächst unter dem Strich auf Kosten der anderen, wodurch beide nebeneinander stabil existieren können. Man spricht daher auch von einem dynamischen Gleichgewicht.

[0014] In Fig. 3 ist ein Beispiel einer Sättigungsdampfdruckkurve 10 eines Stoffes als Funktion eines Druckes über der Temperatur angegeben, wobei die flüssige Phase des Stoffes im linken oberen, die gasförmige Phase im rechten unteren Bereich der Kurve vorliegt. Der Phasenwechsel geschieht im Bereich der Sättigungsdampfdruckkurve 10. Sättigungsdampfdruckkurven gebräuchlicher Stoffe sind bekannt und können in Handbüchern nachgeschlagen oder über Formeln interpoliert werden.

[0015] Anschließend an die Ermittlung des Sättigungsdampfdruckes p_s wird ein Solldruckbereich 11 berechnet. In diesem Solldruckbereich 11 sollte sich vorzugsweise der Mischdruck p_m im Dampfraum 6 befinden, bei der dazugehörigen Mischtemperatur T_m , damit die Destillation und somit die Trocknung optimal, d.h. möglichst energiearm und effizient, abläuft.

[0016] Der Solldruckbereich 11 liegt oberhalb der Sättigungsdampfdruckkurve, da er das Mass an druckerhöhendem Fremdgas einschliesst. Er ist durch eine untere Druckgrenze p_1 und eine obere Druckgrenze p_2 begrenzt, wie in Fig. 2 dargestellt. Die untere Druckgrenze p_1 ist mindestens 0.1% über dem Sättigungsdampfdruck p_s und die obere Druckgrenze p_2 ist höchstens 6% über dem Sättigungsdampfdruck p_s .

[0017] Zunächst wird der Mischdruck p_m mit dem Solldruckbereich 11 verglichen. Bei Prozessbeginn wird der Mischdruck p_m weit über dem Solldruckbereich 11 liegen.

[0018] In diesem Fall wird der Mischdruck p_m genau so lange durch den Druckregulator 9 reduziert, bis er die untere Druckgrenze p_1 erreicht hat. Dies geschieht vorzugsweise mit dem Druckregulator 9, der eine Pumpe sein kann. Sobald die Druckgrenze p_1 erreicht ist, wird der Druckregulator 9 abgestellt.

[0019] Nun läuft die Destillation und somit die Trocknung selbständig solange das Nassmaterial 4 im Kondensator eine Temperatur T1 hat, die höher ist als die Mischtemperatur T_m . Da das Gas anstrebt, im thermodynamischen Gleichgewicht mit der Flüssigkeit zu stehen, wird die Verdampfung der zu destillierenden Flüssigkeit F_d gefördert. Da wiederum thermodynamisch Gleichgewicht angestrebt wird, wird die Kondensation gefördert solange die Temperatur T2 des Kondensators tiefer ist als die Mischtemperatur T_m .

[0020] Solange der Mischdruck p_m nicht über die Druckgrenze p_2 steigt, stellt sich ohne Eingreifen des Druckregulators 9 auch bei Veränderungen der Temperatur des zu verdampfenden oder des zu kondensierenden Mediums automatisch der angestrebte, prozessoptimale Mischdruck ein.

[0021] Während die Trocknung läuft, werden ständig die Mischtemperatur T_m und der Mischdruck p_m überwacht, bis der Mischdruck p_m die obere Druckgrenze p_2 erreicht hat. Der Druck kann sich erhöhen, weil beispielsweise das Behältersystem 1 oder eine andere Komponente der Anlage ein kleines Leck aufweisen, wodurch Fremdgas in den Dampfraum 6 eindringen kann, oder weil sich Fremdgas aus anderen Stoffen der Anlage oder aus dem Nassmaterial 4 gelöst haben. Sobald der Mischdruck p_m die obere Druckgrenze p_2 erreicht oder überschritten hat, wird der Druck im Dampfraum 6 durch Einschalten des Druckregulators resp. der Pumpe 9 wieder gesenkt. Sobald der Mischdruck p_m die untere Druckgrenze p_1 erreicht hat, kann der Druckregulator 9 wieder abgeschaltet werden. Nun läuft die Trocknung wieder mit optimalen Parametern. Diese Vorgänge können so lange fortgesetzt werden wie Nassmaterial 4 zugeführt und Kondensat 5 abgeführt werden können.

[0022] Die Güte der Kondensation hängt massgeblich vom Fremdgasanteil ab. Ein Fremdgasanteil im Dampfraum von einzelnen Promillen kann die Kondensation bereits um 20 bis 50 % reduzieren. Daher wird der Mischdruck ständig überwacht und mit dem Solldruckbereich 11 verglichen.

[0023] Das Fremdgas sammelt sich am Ende des Kondensationsweges an, da es durch den Gasstrom, der vom Nassmaterial 4 durch den Dampfraum 6 zum Kondensat 5 strömt, mitgespült wird aber letztlich nicht kondensieren kann. Daher ist es vorteilhaft, den Dampf am Ende des Kondensationsweges im Kondensator 3 abzusaugen, direkt beim Kondensat 5. Auf diese Weise kann beim Reduzieren des Mischdruckes p_m die höchste Konzentration von Fremdgas aus dem Behältersystem 1 entfernt werden. Andererseits soll darauf geachtet werden, dass das in Tropfen abfallende Kondensat nicht direkt in den Saugstrom des Druckregulators resp. der Pumpe 9 gerät. Dies kann durch eine Schutzblende 19 erreicht werden.

[0024] Der Solldruckbereich 11 soll nicht zu nahe an der Sättigungsdampfdruckkurve 10 liegen, da sonst bei der Reduktion des Mischdruckes p_m zu viel des zu kondensierenden Dampfes D_k durch die Pumpe 9 abge-

saugt wird. Es hat sich als vorteilhaft erwiesen, die untere Druckgrenze p_1 vorzugsweise mindestens 0.2% und die obere Druckgrenze p_2 vorzugsweise höchstens 4% über dem Sättigungsdampfdruck p_s zu wählen.

[0025] Im Gegensatz zu herkömmlichen Verfahren überwacht das erfindungsgemässe Verfahren stets den vorherrschenden Mischdruck p_m im Dampfraum 6 und vergleicht diesen mit dem Solldruckbereich 11, um bei Bedarf den Mischdruck p_m entsprechend zu regeln. Herkömmliche Verfahren saugen meist unentwegt Gas aus dem Dampfraum ab, wodurch einerseits viel Energie aufgewendet werden muss und andererseits viel des energetisch wertvollen Kondensates unnötigerweise aus dem Dampfraum entfernt wird. Das vorliegende Verfahren aber arbeitet die meiste Zeit ohne Vakuumpumpe, da diese nur zeitweise und nur kurz eingeschalten werden muss.

[0026] Die Temperaturdifferenz T_1-T_2 zwischen dem Trocknungsbehälter 2 und dem Kondensator 3 kann mit diesem erfindungsgemässen Verfahren besonders klein gewählt werden und beträgt vorzugsweise zwischen 1K und 10K, im Idealfall zwischen 1K und 3K. Dies ist ein enormer energetischer Vorteil, weil dadurch wenig Energie zum Schaffen der Temperaturdifferenz aufgewandt werden muss.

[0027] Die Trocknung und/oder die Kondensation können gefördert werden, indem die Oberflächen des Nassmaterials 4 im Trocknungsbehälter 2 und/oder die Oberfläche des Kondensats 5 im Kondensator 3 vergrössert werden. Eine Oberflächenvergrösserung lässt sich beispielsweise durch ein feines Zersprühen des Kondensats 5 erreichen. Eine dafür eingerichtete feine Düse einer Zersprüheinheit 15 im Kondensator 3 kann jede Sekunde eine Oberfläche von mehreren Quadratmetern erzeugen, an welcher der zu kondensierende Dampf D_k kondensieren kann. Vorteilhafterweise wird das Zersprühen derart richtungsorientiert angeordnet, dass eine optimale Durchmischung des Dampfes im Dampfraum 6 zustande kommt. Dies ist wichtig, um einen möglichst grossen Wärmeübergang zwischen dem Nassmaterial 4 und dem Dampf im Dampfraum 6 zu erreichen. Dadurch wird die Effizienz gefördert und die Mischtemperatur T_m lässt sich zuverlässig bestimmen. Andernfalls oder zusätzlich kann ein Ventilator 16 im Dampfraum 6 angeordnet werden, um die gewünschte Durchmischung des Dampfes zu erreichen. Der Antrieb dieses Ventilators 16 kann durch den eingesprühten Massestrom des zu verdampfenden Mediums oder des eingesprühten Kondensats erfolgen. Eine Heizung 13 im Bereich des Trocknungsbehälters 2 und eine Kühlung 14 im Bereich der Zuführleitungen 12 von Zersprüheinheit 15 seitens Kondensator 3 sorgen für das Erreichen der Solltemperaturen T_1 und T_2 im Trocknungsbehälter 2 und im Kondensator 3. Natürlich können die Temperatur regulierenden Einheiten 13 und 14 auch direkt im Nassmaterial 4 und im Kondensat 5 angeordnet sein.

[0028] Die Oberflächenvergrösserung kann auch dadurch erreicht werden, indem eine flächenvergrössern-

de, poröse Füllpackung im Kondensator 3 eingebracht wird. Diese ermöglichen im Kondensator eine maximale Temperaturangleichung zwischen dem Mischdampf und dem Kondensat.

[0029] Die Oberflächenvergrösserung des Nassmaterials 4 im Trocknungsbehälter 2 kann dadurch erreicht werden, dass das Nassmaterial 4 unter einen granulatformigen Träger 17 gemischt wird. Dieser Träger 17 nimmt einen Teil der Flüssigkeit des Nassmaterials 4 auf, welches dadurch trockener und somit weniger klebrig wird. Dies ist wichtig, weil die Klebrigkeit von hier verwendetem Nassgut 4 in der Regel so hoch ist, dass es sich an allen Oberflächen der Anlage absetzt und sogar eine Reinigung fast verunmöglicht.

[0030] Dieser Träger 17 kann aus der Trockensubstanz TS bestehen, die im pastösen Nassmaterial 4 enthalten ist. Dies hat den Vorteil, dass das Trockengut bei der Entnahme nicht mehr getrennt werden muss.

[0031] Vorteilhafterweise besteht der Träger 17 aus einem abrasivem Material, insbesondere aus Holzschnitzeln, Kunststoffgranulat oder kieselartigem Gestein. Dadurch werden alle Oberflächen der Anlage fortwährend gereinigt. Oft ist die Trockensubstanz TS bereits abrasiv. Die Verwendung eines Fremdmaterials für den Träger 17 ist somit nicht zwingend. Eine Kerngrösse zwischen 0.5 und 30mm hat sich als geeignet erwiesen.

[0032] Vorzugsweise wird der Träger 17 in vorgewärmtem Zustand mit dem Nassmaterial 4 gemischt. Dieses Vorwärmen kann innerhalb oder ausserhalb des Trocknungsbehälters 2 statt finden.

[0033] Die Mischung von Träger 17 und Nassmaterial 4 mit der optimalen Energiemenge wird erfindungsgemäss beispielsweise folgendermassen durchgeführt: Der Trocknungsbehälter 2 verfügt über eine Heizung 13 in seinem Mantel und ist mit dem Träger 17 gefüllt, der die Trockensubstanz sein kann und die auf die gewünschte Temperatur gebracht wird. Mit einem Fördersystem 21 wird Nassmaterial 4 herangebracht und in einem weiteren Fördersystem 21 in den Trocknungsbehälter 2 gebracht. Eine oder mehrere Förderschnecken oder insbesondere Heizschneckenförderer 22 mischen schliesslich kontinuierlich etwas Nassmaterial 4 unter den reichlich vorhandenen Träger 17. In der Schnecke findet die Mischung und Verbindung statt, bis das Gemisch mit dem niedrigen Nassanteil in den Trocknungsbehälter 2 ausgeworfen wird. Die Temperatur- und Druckverhältnisse fördern nun die Trocknung, wodurch das Gemisch sehr schnell trocknet. Um das Verfahren bezüglich dem Energieaufwand zu optimieren, sollte die im Träger 17 eingebrachte Wärmeenergie derjenigen Energie entsprechen, die für die Trocknung des Nassmaterials 4 benötigt wird. Die Kontrolle der Abkühlkurve verhindert eine Durchnässung. Andererseits bleibt nicht gebrauchte Energie im Träger 17 eingelagert vorhanden.

[0034] Da der Trockenanteil nur etwa 20-40% des eingebrachten Nassmaterials 4 ausmacht, kann viel Nassmaterials 4 eingebracht werden, bis der Trocknungsbehälter 2 voll ist, da die Flüssigkeit F_d in den Kondensator

3 überführt wird. In Intervallen wird ein Teil des Inhalts aus dem Trocknungsbehälter 2 entnommen. Entsprechend kann der Trocknungsbehälter 2 auch in Intervallen gefüllt werden. Der entnommene Inhalt wird anschliessend in Trockensubstanz TS und Träger 17 getrennt, falls es sich nicht um dieselben Materialien handelt. Eine Sortieranlage kann anschliessend die Trockensubstanz TS in verwertbare und nicht verwertbare Massen sortieren, beispielsweise auf Grund der Korngrösse. Ein Teil der Trockensubstanz TS oder speziell ausgesondertes Material, beispielsweise Staub, kann anschliessend wieder dem nassen Ausgangsmaterial beigemischt werden. Auch der Träger 17 kann nach der Entnahme wieder in das System eingebracht werden.

[0035] Das Verfahren kann in einem kontinuierlichen Betrieb laufen, wie in Fig. 2 dargestellt. Trockener Inhalt aus dem Trocknungsbehälter 2 wird durch ein Förder- und Schleusensystem 23 gebracht und dabei extern durch eine Heizung 13 auf die gewünschte Temperatur gebracht. Da dieses Material trocken ist, findet keine Verdampfung statt bei deren Erwärmung. In einem Lagerbehälter 24 kann dieses Material gelagert werden, bis es zum Einsatz kommt. Bei Bedarf wird es durch das Förder- und Schleusensystem 23 wieder dem Trocknungsbehälter 2 zugefügt. Dies ist beispielsweise dann der Fall, wenn die Temperatur im Trocknungsbehälter 2 zu niedrig ist. Durch dieses System mit den Förder- und Schleusensystemen 23 kann zusätzlich oder alternativ zur internen Beheizung des Trocknungsbehälters eine externe Beheizung angewandt werden.

[0036] Ein grosser Vorteil der beschriebenen Anlage und des beschriebenen Verfahrens besteht darin, dass mit dem Aufheizen des Trockenguts Wärme eingetragen werden kann, welche nicht unmittelbar, sondern auch zu einem späteren Zeitpunkt zur Trocknung verwendet werden kann. Es kann damit rund um die Uhr Wärme für die Trocknung eingebracht werden, was eine höhere Trocknungsproduktivität ergibt im Vergleich zu Verfahren, welche auf der Anwesenheit von Personal angewiesen sind oder eingeschränkten Trocknungszeiten unterliegen. Das beschriebene Verfahren, betrieben auf der beschriebenen Anlage, kann zudem ohne Einbussen der Trocknungsqualität schnell auf Änderungen der Schlammzusammensetzung (Wassergehalt, Klebrigkeit), der Heiztemperatur und der Heizleistung reagieren, da die massgeblichen Grössen nur das Temperaturgefälle T1-T2 zwischen Trocknungsbehälter 2 und dem Kondensator 3 und die eingelagerte thermische Energie sind.

[0037] Ein weiterer grosser Vorteil der beschriebenen Anlage und des beschriebenen Verfahrens besteht darin, dass das gesamte Verfahren keine Geruchsemission verursacht, da die Kreiskäufe geschlossen sind. Einzig wenn die Vakuumpumpe 9 läuft wird etwas Geruch freigesetzt. Dies steht jedoch in keinem Verhältnis zur einer Anlage, wie sie im Stand der Technik beschrieben ist. Einerseits sind die Gase bereits gewaschen und enthalten wenig Geruchsstoffe, andererseits sind die freigesetzten Mengen sehr klein. In der Nachbarschaft einer

solchen Anlage können keine Geruchsbelästigungen wahrgenommen werden.

[0038] Wie in Fig. 4 dargestellt kann eine weitere Verbesserung der Anlage erreicht werden, indem das Verfahren in zwei oder mehreren solchen Behältersystemen 1 durchgeführt wird, wobei sich die Temperaturbereiche T1, T2 der einzelnen Behältersysteme 1 derart unterscheiden, dass sie aneinander angrenzen. In einem ersten Behältersystem 1 wird das Verfahren beispielsweise mit den Temperaturen T1 = 90°C und T2 = 80°C durchgeführt, wobei sich eine Mischtemperatur im Dampfraum von beispielsweise 85°C einstellt. Im zweiten Behältersystem 1' werden dann die Temperaturen T1' = 80°C und T2' = 70°C eingestellt, im dritten Behältersystem 1'' die Temperaturen T1'' = 70°C und T2'' = 60°C etc., und im letzten Behältersystem 1''' die Temperaturen T1''' = 40°C und T2''' = 30°C.

[0039] Vorzugsweise wird die Energie zum Temperieren eines Trocknungsbehälters 2 oder Kondensators 3 mindestens teilweise direkt oder indirekt über Wärmetauscher aus der Energie eines anderen Trocknungsbehälters 2 oder Kondensators 3 gewonnen wird, dessen Temperatur verändert werden soll.

[0040] Um Energie zu sparen kann die Fremdgasbefreiung mittels einer Vakuumstrahlpumpe durchgeführt werden, welche entweder mit dem zu versprühenden Kondensat 5 der selben oder einer kühleren Stufe, mit Dampf einer anderen Stufe oder mit Umgebungsluft angetrieben wird.

[0041] Bei einer solchen Anordnung lässt sich dies einfach erreichen, indem beispielsweise jeweils ein Wärmetauscher 20 zwischen einem Kondensat 5 und einem Nassmaterial 4 eines folgenden Behältersystems 1 oder einer Serie vorangehender Stufen angeordnet ist, wenn sie dieselbe Temperaturen haben sollen. Vorzugsweise werden dazu Plattenwärmetauscher verwendet.

[0042] Die Trocknungsbehälter 2 und/oder Kondensatoren 3 der verschiedenen Behältersysteme 1, 1', ... können insbesondere übereinander angeordnet sein. Besonders geeignet ist eine horizontale Anordnung der Kondensatoren und eine vertikale Anordnung der Trocknungsbehälter. Die notwendigen Verbindungen zwischen den einzelnen Behälterkomponenten werden jeweils mit Dampfleitungen erreicht. Der Vorteil liegt besonders im energiearmen Verfahren der Trocknung, da die Energie optimal genutzt werden kann. Die verwendeten (Platten-) Wärmetauscher können innerhalb oder ausserhalb des Behältersystems 1 angeordnet sein. Gründe für die externe Anordnung sind vor allem der bessere Zugang für eine Reinigung der Wärmetauscher.

[0043] Um abgesehen von den Betriebskosten auch die Anschaffungskosten niedrig zu halten, können Behältersysteme 1 und/oder andere Komponenten der Anlage vorzugsweise ganz oder hauptsächlich aus kostengünstigem Kunststoff hergestellt werden.

[0044] Das Behältersystem 1 muss vorzugsweise nur auf Überdruck oder auf Unterdruck stabil sein, nicht beides. Dies ermöglicht einen kostengünstigen Aufbau des

Behältersystems 1. Er kann beispielsweise aus einer technischen Kunststoffolie bestehen, die sich an einem festen Gerüst, das innerhalb oder ausserhalb der Folie angeordnet ist, abstützt. Die Unterdrucke müssen nicht so stark sein. Für Wasser ist der absolute Dampfsättigungsdruck bei 50°C noch 123 mbar (relativ -877 mbar). Daher ist die Anforderung der Reissfestigkeit an die Folie noch in einem Bereich, in dem Materialien zu vernünftigen Preisen erhältlich sind.

[0045] Wenn mit Temperaturen über 100°C gearbeitet wird, so muss ein Überdruck im Behältersystem 1 erzeugt werden, um die Trocknung nach dem erfindungsgemässen Verfahren ins Laufen zu bringen. In diesem Fall müsste das Gerüst ausserhalb der Folie angeordnet sein. Der Druckregulator 9 ist in diesem Fall ein Ventil, das Gas aus dem Dampfraum in die Umgebung ablassen kann, wenn der Druck gesenkt werden soll. Der Überdruck kann durch eine Pumpe oder durch Heizen zustande kommen.

[0046] Auf Über- und Unterdruck muss das Behältersystem nur dann gleichzeitig stabil sein, wenn im Bereich um den Normaldruck herum gearbeitet werden soll, also im Fall von Wasser im Bereich von 100°C.

[0047] Bevorzugt ist der Trocknungsbehälter 2 im Nassmaterial geflutet angeordnet und/oder ist der Kondensator 3 im Kondensat des Nassmaterials respektiv im Kondensat 5, geflutet angeordnet.

[0048] Bevorzugt wird der beschriebene Prozess in einem Standardbehälter, vorzugsweise in einem ISO Container (20 oder 40 Fuss Normcontainer) durchgeführt, in dem sich die Anlage befindet und welcher ein Teil der Anlage sein kann. Solche Container sind kostengünstig zu erwerben, eignen sich hervorragend für den Transport und sind in dichten (leckfreien) Ausführungen erhältlich. Der Transport vom Herstellungsort zum Betriebsort der Anlage kann so einfach und kostengünstig per Containerschiff oder per Lastwagen erfolgen. Zudem erleichtert dies die Wartung, da, wenn die Destillation an einem der Zivilbevölkerung fernen Ort durchgeführt wird, der Container wiederum bequem auf einem Lastwagen in eine Wartungsstelle gebracht werden kann.

Bezugszeichenliste

[0049]

- | | | |
|----|-----------------------------------|--|
| 1 | Behältersystem | |
| 2 | Trocknungsbehälter | |
| 3 | Kondensator | |
| 4 | Nassmaterial | |
| 5 | Kondensat | |
| 6 | Dampfraum | |
| 7 | Drucksensor | |
| 8 | Temperatursensor | |
| 9 | Regulator (Pumpe und/oder Ventil) | |
| 10 | Dampfdruckkurve | |
| 11 | Solldruckbereich | |
| 12 | Leitungen | |

- | | | |
|-------|---|--|
| 13 | Heizung | |
| 14 | Kühlung | |
| 15 | Zersprüheinheit | |
| 16 | Ventilator | |
| 5 17 | Träger, Granulat | |
| 18 | Mischer | |
| 19 | Schutzblende | |
| 20 | Wärmetauscher | |
| 21 | Fördersystem | |
| 10 22 | Heizschneckenförderer | |
| 23 | Förder- und Schleusensystem | |
| 24 | Lagerbehälter | |
| pm | Mischdruck im Dampfraum | |
| 15 ps | Sättigungsdampfdruck | |
| Tm | Mischtemperatur im Dampfraum | |
| T1 | Temperatur im Trocknungsbehälter | |
| T2 | Temperatur im Kondensator | |
| Fd | die zu destillierende Flüssigkeit | |
| 20 Dk | der zu kondensierende Dampf | |
| V | Pumpe und/oder Ventil zum Regulieren des Drucks | |

25 Patentansprüche

1. Verfahren zum Trocknen eines pastösen Nassmaterials (4), insbesondere Schlamm, umfassend eine Trockensubstanz TS durchmischt mit einer zu verdampfenden Flüssigkeit Fd, unter Verwendung eines gasdichten, auf Über- und/oder Unterdruck festen Behältersystems (1), das einen Trocknungsbehälter (2) mit dem Nassmaterial (4), das temperiert werden kann, einen Kondensator (3) zum Kondensieren der zu Dampf gewordenen Flüssigkeit Fd zum Kondensat (5), sowie einen den Trocknungsbehälter (2) und den Kondensator (3) verbindenden Dampfraum (6) umfasst, wobei der Dampfraum (6) mit einem Drucksensor (7) zum Messen des sich darin einstellenden Mischdruckes pm, einem Temperaturfühler (8) zum Messen der sich darin einstellenden Mischtemperatur Tm, sowie mit einem Druckregulator (9) versehen ist, **gekennzeichnet durch** die Verfahrensschritte, dass
 - a) der Trocknungsbehälter (2) mit dem Nassmaterial (4) auf eine erste Temperatur T1 und der Kondensator (3) auf eine zweite, niedrigere Temperatur T2 gebracht werden;
 - b) der Mischdruck pm und die Mischtemperatur Tm gemessen werden;
 - c) der Sättigungsdampfdruck ps der Flüssigkeit Fd zu der gemessenen Mischtemperatur Tm bestimmt wird;
 - d) ein Solldruckbereich (11) berechnet wird, der durch eine untere Druckgrenze p1, die mindestens 0.1% über dem Sättigungsdampfdruck ps und eine obere Druckgrenze p2, die höchstens

6% über dem Sättigungsdampfdruck p_s liegt, begrenzt ist;
 e) der Mischdruck p_m mit dem Solldruckbereich (11) verglichen wird;
 f) der Mischdruck p_m genau so lange durch den Druckregulator (9) reduziert wird, bis er die untere Druckgrenze p_1 erreicht hat;
 g) die Schritte b) bis e) wiederholt werden, bis der Mischdruck p_m die obere Druckgrenze p_2 erreicht hat;
 h) die Schritte f) und g) wiederholt werden, bis die Trocknung gestoppt werden soll;

wobei bei der Druckreduktion im Schritt f) Gase am Ende des Kondensationsweges im Kondensator (3) abgesaugt werden, um möglichst viel Fremdgas aus dem Behältersystem (1) zu entfernen.

2. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Oberflächen des Nassmaterials (4) im Trocknungsbehälter (2) und/oder die Oberfläche des Kondensats (5) im Kondensator (3) vergrößert wird, vorzugsweise durch Versprühen des Kondensats (5).
3. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Oberflächenvergrößerung des Nassmaterials (4) im Trocknungsbehälter (2) dadurch erreicht wird, dass das Nassmaterial (4) unter einen granulatförmigen Träger (17) gemischt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Träger (17) aus der Trockensubstanz TS besteht, die im pastösen Nassmaterial (4) enthalten ist, oder aus einem abrasivem Material, insbesondere aus Holzschnitzeln, Kunststoffgranulat oder kieselförmigem Gestein.
5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Träger (17) in vorgewärmtem Zustand mit dem Nassmaterial (4) gemischt wird, wobei der Träger (17) vorzugsweise innerhalb und/oder ausserhalb des Trocknungsbehälters (2) in den vorgewärmten Zustand gebracht wird.
6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die im Träger (17) eingebrachte Wärmeenergie derjenigen Energie entspricht, die für die Trocknung des Nassmaterials (4) benötigt wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Träger (17) in einer oder mehreren Förderschnecken, insbesondere Heizschneckenförderer 22 mit dem Nassmaterial (4) gemischt wird.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche

che, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verfahren in kontinuierlichen Betrieb läuft.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Trocknungsbehälter (2) in Intervallen gefüllt wird und/oder in Intervallen ein Teil des Inhalts aus dem Trocknungsbehälter (2) entnommen wird.
10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der entnommene Inhalt in Trockensubstanz TS und Träger (17) getrennt wird.
11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass die Kreisläufe geschlossen sind, wodurch** das gesamte Verfahren keine Geruchsemission verursacht, **solange die Vakuumpumpe nicht läuft.**
12. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Oberflächenvergrößerung im Kondensator (3) dadurch erreicht wird, dass eine flächenvergrößernde, poröse Füllpackung eingebracht wird.
13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dampfverteilung im Dampfraum (6) durch einen Ventilator (16) durchmischt wird, wobei der Antrieb des Ventilators (16) vorzugsweise durch den eingesprühten Massenstrom des zu verdampfenden Mediums oder des eingesprühten Kondensats erfolgt.
14. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Fremdgasbefreiung im Schritt f) durch eine Vakuumstrahlpumpe geschieht, welche mit dem zu versprühenden Kondensat (5) der selben oder einer kühleren Stufe angetrieben wird.
15. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verfahren in zwei oder mehreren solcher Behältersysteme (1) durchgeführt wird, wobei sich die Temperaturbereiche T_1 , T_2 der einzelnen Behältersysteme (1) derart unterscheiden, dass sie aneinander angrenzen, und wobei vorzugsweise die Energie zum Heizen eines Trocknungsbehälters (2) oder Kondensators (3) mindestens teilweise direkt oder indirekt über Wärmetauscher, insbesondere Plattenwärmetauscher, aus der Energie eines anderen Trocknungsbehälters (2) oder Kondensators (3) gewonnen wird, dessen Temperatur verändert werden soll.
16. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Behältersystem (1) und die Verrohrung ganz oder hauptsächlich aus Kunststoff bestehen.

17. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Trocknungsbehälter (2) im Nassmaterial und/oder der Kondensator (3) im Kondensat im Nassmaterial (4) respektiv im Kondensat (5) geflutet angeordnet sind.
18. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verfahren in einem ISO Container durchgeführt wird.

Claims

1. Method to dry a pasty wet material (4), in particular mud, comprising a dry substance TS mixed with a liquid to be evaporated Fd using a gas-tight vacuum- and overpressure-resistant container system (1) that includes a drying container (2) with the wet material (4), which can be tempered, a condenser (3) to condense the liquid Fd that has changed to steam into condensate (5), as well as a steam room (6) connecting the drying container (2) and the condenser (3), whereby the steam room (6) is provided with a pressure sensor (7) to measure the actual mixing pressure Tm, a temperature sensor (8) to measure the actual mixing temperature Tm as well as a pressure regulator (9), **characterized by** the process steps that
- a) the drying container (2) with the wet material (4) is brought to a first temperature T1 and the condenser (3) is brought to a second, lower temperature T2;
 - b) the mixing pressure pm and the mixing temperature Tm are measured;
 - c) the saturation vapour pressure ps of the liquid Fd is determined at the measured mixing temperature Tm;
 - d) a target pressure range (11) is calculated, that is limited by a lower pressure limit p1, that is at least 0.1% over the saturation vapour pressure and a lower pressure limit that is 6% over the saturation vapour pressure ps at the most;
 - e) the mixing pressure pm is compared with the target pressure range (11);
 - f) the mixing pressure pm is reduced by the pressure regulator (9) for precisely the right period until it has reached the lower pressure limit p1;
 - g) the steps b) to e) are repeated until the mixing pressure pm has reached the upper pressure limit p2;
 - h) the steps f) and g) are repeated until drying should be stopped, whereby, during the reduction of pressure in step f), gases are aspirated at the end of the condensation path within the condenser (3) in order to remove as much foreign gas from the container system (1) as possible.

2. Method according to any one of the preceding claims, **characterized in that** the surfaces of the wet material (4) in the drying container (2) and/or the surface of the condensate (5) in the condenser (3) are enlarged, preferably by means of spraying the condensate (5).
3. Method according to Claim 2 or 3, **characterized in that** the surface enlargement of the wet material (4) in the drying container (2) is achieved by mixing the wet material (4) under a granulate-shaped carrier (17).
4. Method according to claim 3, **characterized in that** the carrier (17) is composed of the dry substance TS, that is contained within the pasty wet material (4) or is composed of an abrasive material, more preferably wood chips, plastic granulate or gravel-shaped stone.
5. Method according to Claim 3 or 4, **characterized in that** the carrier (17) is mixed with the wet material (4) in a pre-heated state, whereby the carrier (17) is brought to the pre-heated state within/or out of the drying container (2).
6. Method according to claim 5, **characterized in that** the heat energy introduced into the carrier (17) corresponds to the energy that is required for drying the wet material (4).
7. Method according to one of the claims 3 to 6, **characterized in that** the carrier (17) is mixed with the wet material (4) in one or a plurality of augers, more preferably worm conveyors 22.
8. Method according to any one of the preceding claims, **characterized in that** the method is carried out within the scope of continuous operations.
9. Method according to one of the claims 1 to 6, **characterized in that** the drying container (2) is filled at intervals and/or a part of the contents is removed from the drying container (2) at intervals.
10. Method according to claim 9, **characterized in that** the removed contents are separated into a dry substance TS and a carrier (17).
11. Method according to any one of the preceding claims, **characterized in that** the circuits are closed, whereby the entire method does not cause any odour emissions as long as the vacuum pump is not running.
12. Method according to claim 2, **characterized in that** the service enlargement within the condenser (3) is achieved by introducing a surface-enlarging porous

filling pack.

13. Method according to any one of the preceding claims, **characterized in that** the steam distribution within the steam room (6) is mixed by a fan (16), whereby the propulsion of the fan (16) is preferably due to the sprayed flow of mass of the medium to be vaporized or the sprayed condensate. 5
14. Method according to claim 2, **characterized in that** the foreign gas release occurs at step f) by means of a jet vacuum pump, which is propelled by the condensate (5) to be sprayed at the same or at a cooler step. 10
15. Method according to any one of the preceding claims, **characterized in that** the method is carried out in 2 or a plurality of such container systems (1), whereby the temperature ranges T1, T2 of the individual container system (1) differ in such a way that they come close to each other, and whereby, preferably, the energy to heat a drying container (2) or a condenser (3) is one at least in part, directly or indirectly from heat exchangers, more preferably plate heat exchangers, from the energy of another drying container (2) or condenser (3), the temperature of which should be changed. 15 20 25
16. Method according to any one of the preceding claims, **characterized in that** the container system (1) and the pipework are fully or primarily made of plastic. 30
17. Method according to any one of the preceding claims, **characterized in that** the drying container (2) is flooded in wet material and /or the condenser (3) is flooded with condensate in the wet material (4), respectively in the condensate (5). 35
18. Method according to any one of the preceding claims, **characterized in that** the method is carried out in an ISO container. 40

Revendications

1. Procédé de séchage d'une matière humide pâteuse (4), en particulier de la boue, contenant une substance sèche TS mélangée à un liquide à évaporer Fd, en utilisant un système de cuve étanche (1) au gaz et résistant à la surpression et/ou la dépression qui comprend une cuve de séchage (2) contenant la matière humide (4) qui peut être tempérée, un condenseur (3) pour condenser le liquide Fd devenu de la vapeur en formant du condensat (5) et une cellule de vapeur (6) reliant la cuve de séchage (2) et le condenseur (3), la cellule de vapeur (6) étant équipée. D'un capteur de pression (7) pour mesurer 50 55

la pression mixte pm s'établissant à l'intérieur et un régulateur de pression (9), **caractérisé par** les étapes opératoires consistant en ce que

- a) la cuve de séchage (2) est amenée avec la matière humide (4) à une première température T1 et le condenseur (3) à une seconde température T2 plus basse ;
- b) la pression mixte pm et la température mixte Tm sont mesurées ;
- c) la pression de vapeur de saturation ps du liquide Fd pour la température mixte mesurée Tm est déterminée ;
- d) on calcule une plage de pression théorique (11) qui est limitée par une limite inférieure de pression p1 qui se situe au moins 0,1 % au-dessus de la pression de vapeur de saturation ps et une limite supérieure de pression p2 qui se situe au plus 6 % au-dessus de la pression de vapeur de saturation ;
- e) la pression mixte pm est comparée à la plage de pression théorique (11) ;
- f) la pression mixte pm est réduite précisément par le régulateur de pression (9) jusqu'à ce qu'il ait atteint la limite inférieure de pression p1 ;
- g) les étapes b) à e) sont répétées jusqu'à ce que la pression mixte pm ait atteint la limite supérieure de pression p2 ;
- h) les étapes f) et g) sont répétées jusqu'à ce que le séchage doive être arrêté ;

sachant que, lors de la réduction de pression dans l'étape f), des gaz sont aspirés à l'extrémité du parcours de condensation dans le condenseur (3) afin d'éliminer autant de gaz extérieur que possible du système de cuve (1).

2. Procédé selon une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les surfaces de la matière humide (4) dans la cuve de séchage (2) et/ou la surface du condensat (5) dans le condenseur (3) sont agrandis, de préférence par pulvérisation du condensat (5). 45
3. Procédé selon la revendication 2 ou 3, **caractérisé en ce que** l'agrandissement de surface de la matière humide (4) dans la cuve de séchage (2) est obtenu en mélangeant la matière humide (4) sous un support de type granulé (17). 50
4. Procédé selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** le support (17) est composé de la substance sèche TS qui est contenue dans la matière humide pâteuse (4) ou d'un matériau abrasif, en particulier de copeaux de bois, granulés de plastique ou de pierres de type diatomée. 55
5. Procédé selon la revendication 3 ou 4, **caractérisé**

- en ce que** le support (17) est mélangé à l'état préchauffé avec la matière humide (4), le support (17) étant amené à l'état préchauffé de préférence à l'intérieur et/ou à l'extérieur de la cuve de séchage (2).
- 5
6. Procédé selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** l'énergie thermique incorporée dans le support (17) équivaut à l'énergie qui est nécessaire pour le séchage de la matière humide (4).
7. Procédé selon une des revendications 3 à 6, **caractérisé en ce que** le support (17) est mélangé à la matière (4) dans une ou plusieurs vis de convoyage, en particulier le convoyeur à vis chauffant 22.
8. Procédé selon une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** ce procédé fonctionne en marche continue.
9. Procédé selon une des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** la cuve de séchage (2) est remplie par intervalles et/ou qu'une partie du contenu est prélevée par intervalles dans la cuve de séchage (2).
- 20
10. Procédé selon la revendication 9, **caractérisé en ce que** le contenu prélevé est divisé en substance sèche TS et en support (17).
- 25
11. Procédé selon une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les circuits sont fermés, ce qui a pour effet que l'ensemble du procédé ne provoque pas d'émission d'odeurs tant que la pompe à vide ne fonctionne pas.
- 30
12. Procédé selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** l'agrandissement de surface dans le condenseur (3) est obtenu en incorporant un joint de remplissage poreux agrandissant la surface.
- 35
13. Procédé selon une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la vapeur répartie dans la cellule de vapeur (6) est brassée par un ventilateur (16), l'entraînement du ventilateur (16) étant assuré de préférence par le débit volumique pulvérisé du fluide à évaporer ou du condensat pulvérisé à l'intérieur.
- 40
- 45
14. Procédé selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** l'élimination du gaz extérieur dans l'étape f) est faite grâce à une pompe d'injection à vide qui est entraînée avec le condensat à pulvériser (5) du même niveau ou d'un niveau plus froid.
- 50
15. Procédé selon une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le procédé est réalisé dans deux systèmes de cuve (1) de ce type ou davantage, les plages de température T1, T2 du système de cuve distinct à (1) se différenciant par le fait qu'elles
- 55
- sont voisines et l'énergie de chauffage d'une cuve de séchage (2) ou d'un condenseur (3) étant de préférence produite au moins partiellement directement ou indirectement par le biais d'échangeurs thermiques, en particulier d'échangeurs thermiques à plaques, à partir de l'énergie d'une autre cuve de séchage (2) ou d'un autre condenseur (3) dont la température doit être modifiée.
- 10
16. Procédé selon une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le système de cuve (1) et les canalisations sont composés totalement ou principalement de matière plastique.
17. Procédé selon une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la cuve de séchage (2) est disposée dans la matière humide et/ou le condenseur (3) dans le condensat dans la matière humide (4) ou immergée dans le condensat (5).
18. Procédé selon une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le procédé est réalisé dans un container ISO.

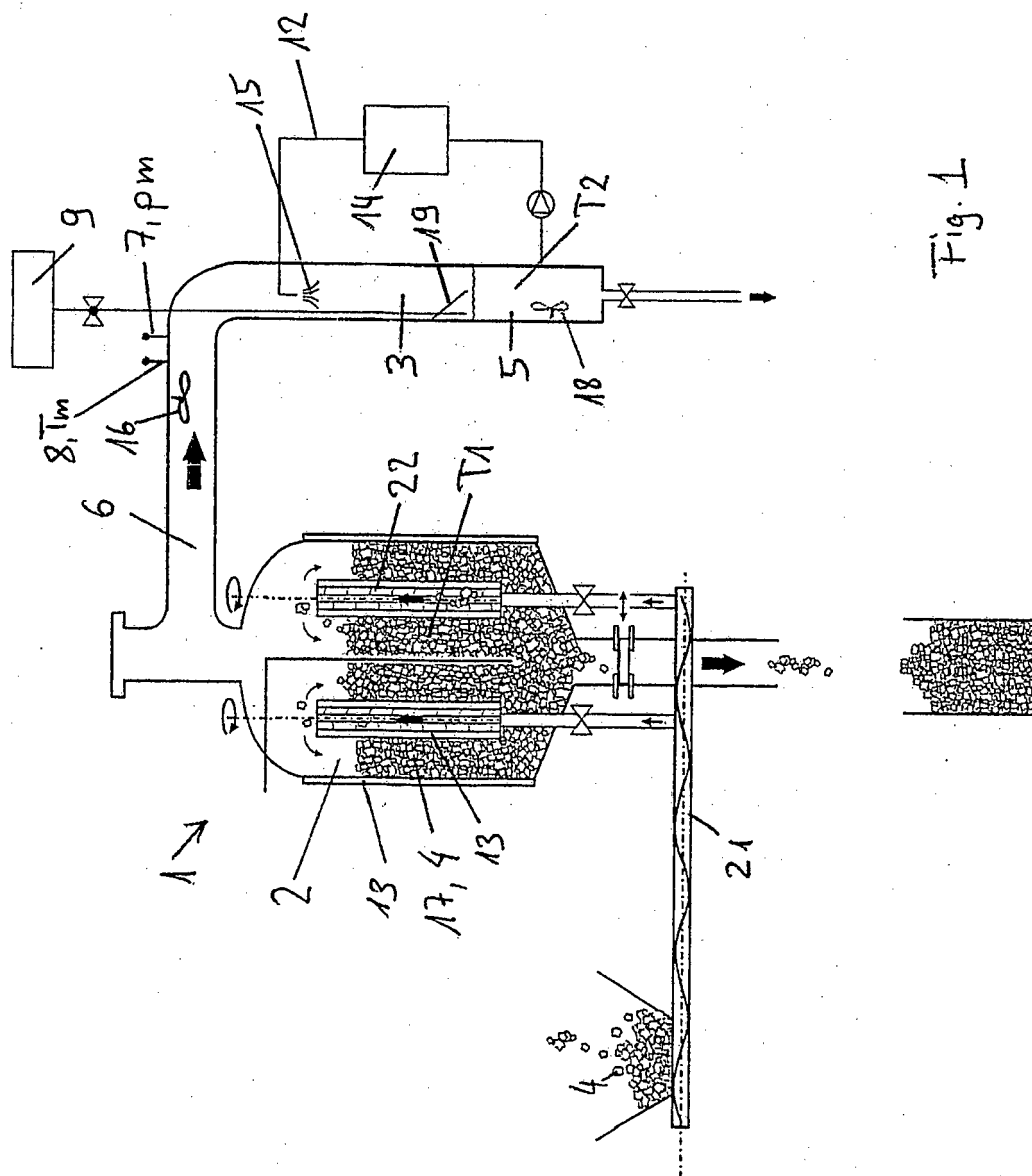


Fig. 1

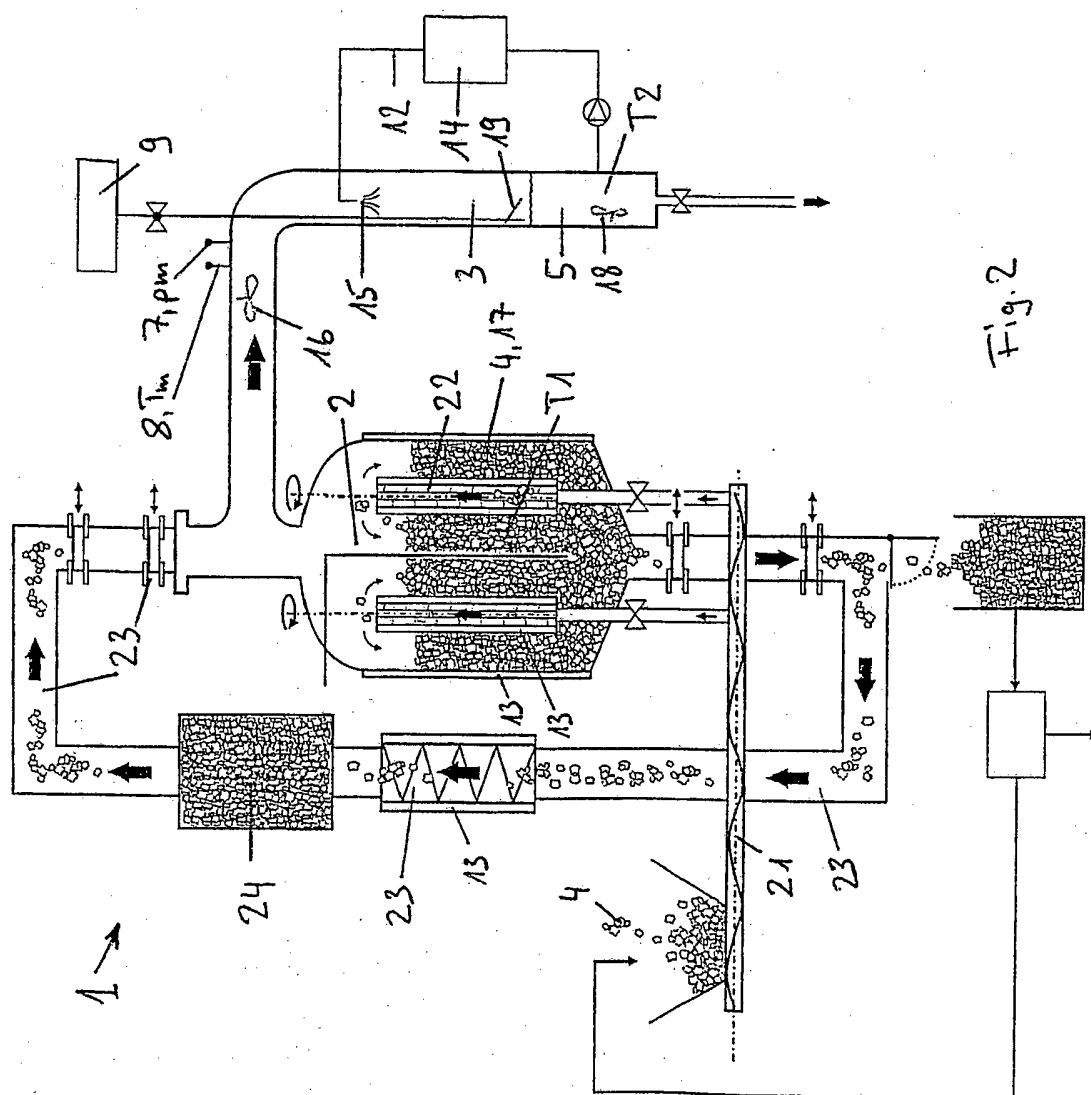
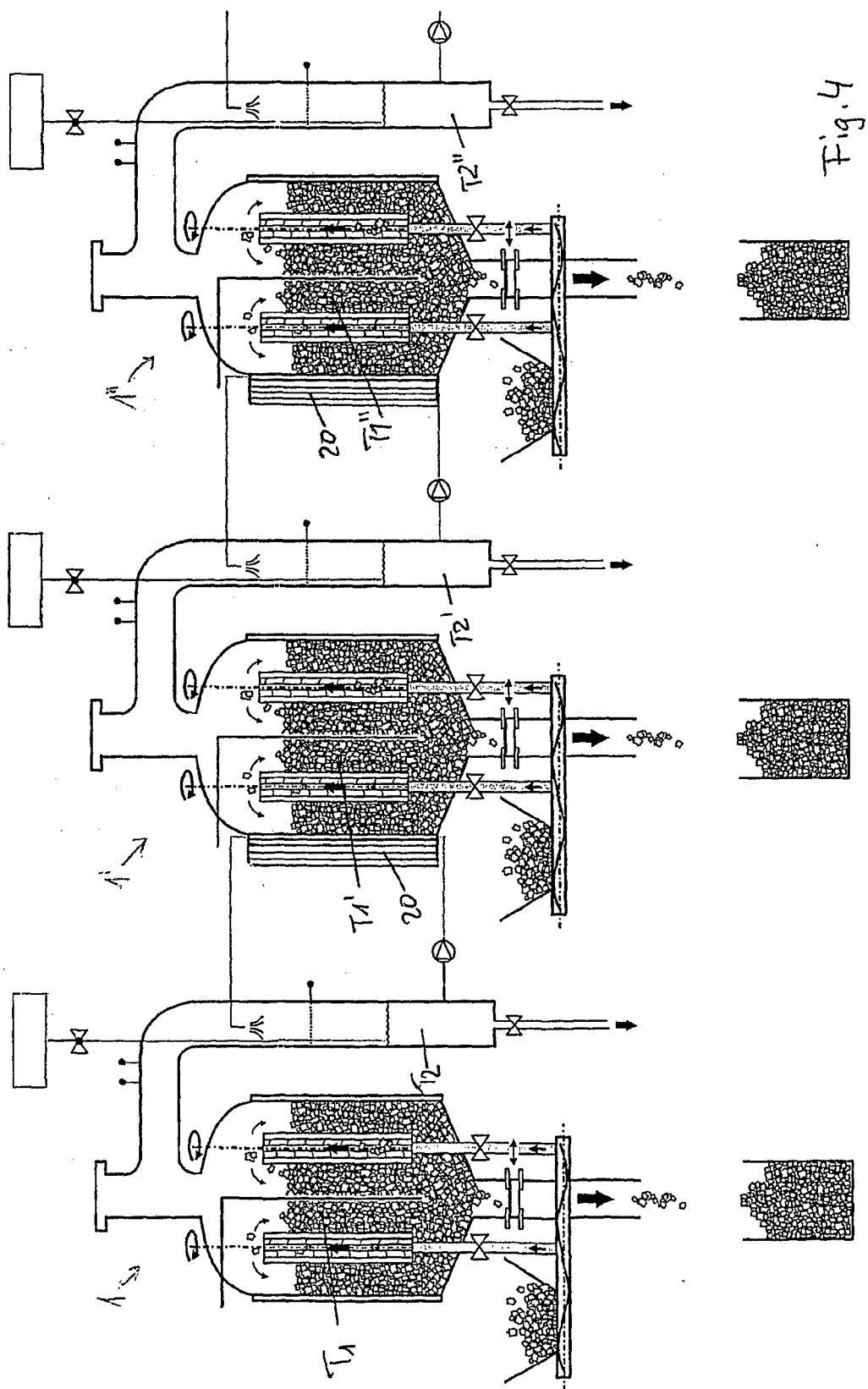


Fig. 3

Fig. 2



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

- WO 0209837 A [0004]