



(10) **DE 10 2009 048 321 A1** 2011.04.07

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2009 048 321.7**

(22) Anmeldetag: **05.10.2009**

(43) Offenlegungstag: **07.04.2011**

(51) Int Cl.⁸: **B01J 2/06 (2006.01)**

(71) Anmelder:

**MESSER Group GmbH, 65843 Sulzbach,
DEMesser Austria GmbH, Gumpoldskirchen, AT**

(74) Vertreter:

**Münzel, J., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat., Pat.-Anw.,
65779 Kelkheim**

(72) Erfinder:

**Gockel, Frank, Charny, FR; Kosock, Stefan, 47805
Krefeld, DE; Laimer, Walter, Mattersburg, AT;
Lammertz, Monika, 47807 Krefeld, DE; Moser,
Friedrich, 47167 Duisburg, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

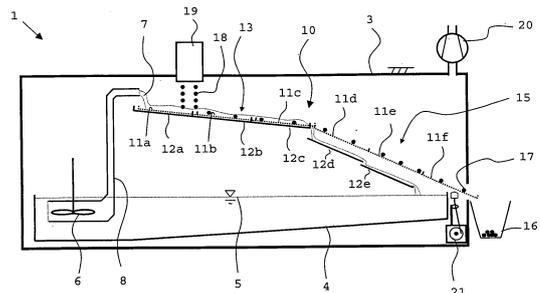
GB	21 17 222	A
US	46 55 047	A
US	32 28 838	A

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung und Verfahren zum Pelletieren oder Granulieren eines flüssigen oder pastösen Stoffes**

(57) Zusammenfassung: Bekannt sind Vorrichtungen zum Pelletieren oder Granulieren eines flüssigen oder pastösen Produktes mit einem flüssigen Kühlmittel, mit einer Fördereinrichtung, mittels der das flüssige Kühlmittel in eine nach oben offene Rinnenanordnung transportiert wird, einer Eintragsvorrichtung, mittels der das zu pelletierende Produkt in die Rinnenanordnung eingetragen wird, einer Trenneinrichtung zum Trennen des pelletierten oder granulierten Produktes vom Kühlmittel sowie einer Rückföhreinrichtung für das flüssige Kühlmittel. Um die Flexibilität und Wartungsfreundlichkeit derartiger Vorrichtungen zu verbessern, wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, eine Rinnenanordnung mit einem ersten, für das Kühlmittel undurchlässigen Fixierabschnitt und einem zweiten, für das Kühlmittel durchlässigen Trennabschnitt vorzusehen. Bevorzugt umfasst die Rinnenanordnung dabei eine erste für das Kühlmittel durchlässige Rinne und eine für das Kühlmittel undurchlässige zweite Rinne, die abschnittsweise an der ersten Rinne anliegt, sodass das flüssige Kühlmittel innerhalb dieses Abschnitts in der ersten Rinne gehalten wird.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Pelletieren oder Granulieren eines flüssigen oder pastösen Stoffes mit einem flüssigen Kühlmittel, mit einer Fördereinrichtung, mittels der das flüssige Kühlmittel in eine zumindest abschnittsweise nach oben offene Rinnenanordnung transportiert wird, einer Eintragungsvorrichtung, mittels der der zu pelletierende Stoff in die Rinnenanordnung eingetragen wird und einer Trenneinrichtung zum Trennen des pelletierten oder granulierten Stoffes vom Kühlmittel. Die Erfindung betrifft des Weiteren ein entsprechendes Verfahren.

[0002] Ein Verfahren und eine Vorrichtung dieser Art ist aus der US 4,655,047 bekannt. Gefrorene Pellets eines flüssigen Lebensmittels, beispielsweise Flüssigmilch, werden erzeugt, indem das Lebensmittel durch eine Düse oder eine Mehrzahl an Düsen in dem Flüssigkeitsstrom eines kryogenen Mediums eingetroppt wird, das über eine schräge Wanne läuft. Im Strom des kryogenen Mediums gefrieren die Tropfen des flüssigen Lebensmittels und die so erzeugten Pellets (Stoffkörner) werden anschließend mittels eines Rüttelsiebs vom kryogenen Medium getrennt. Das kryogene Medium wird zurückgeführt und steht erneut dem Kühlprozess zur Verfügung, während die Pellets über das Sieb in einen Sammelbehälter befördert werden. Problematisch bei diesem Gegenstand ist, dass die Fließmittelstrecke relativ groß bemessen sein muss, um eine hinreichende Verweilzeit und eine hinreichende Durchkühlung des flüssigen Lebensmittels im kryogenen Medium zu erreichen. Zudem ist der Einsatz des Rüttelsiebes bei den tiefen Temperaturen des kryogenen Mediums von bis zu -196°C nicht unproblematisch.

[0003] Um dem Problem der langen Kühlstrecke zu begegnen wird in der EP 0 919 279 B1 vorgeschlagen, einer rinnenförmigen Kühlstrecke, in der der zu pelletierende Stoff mittels eines flüssigen kryogenen Mediums angefroren wird, eine weitere Förderstrecke in Gestalt eines in einen Tunnel eingehausten Förderbandes nachzuschalten, in welchem zum einen die erzeugten Pellets vom flüssigen Kühlmedium getrennt werden und zum anderen eine weitere Kühlung der Pellets durch ein gasförmiges Kühlmittel erfolgt. Die Pellets werden erst in der Förderstrecke vollständig durchgefroren, wodurch die Rinnenanordnung für das flüssige kryogene Medium relativ kurz gehalten werden kann. Nachteilig bei diesem Gegenstand ist, dass die Verwendung eines Förderbandes als Trenneinrichtung einen hohen Wartungsaufwand mit sich bringt, da ein Förderband nur schwer zu reinigen und zu sterilisieren ist.

[0004] Um der Problematik des Einsatzes beweglicher Teile bei der Temperatur des flüssigen Stickstoffs zu umgehen wird in der DE 100 12 551 A1 vorgeschlagen, die vollständig durchgefrorenen Pellets

nach ihrer Herstellung in einer mit Flüssigstickstoff gefüllten Wanne einer um einen bestimmten Winkel geneigten Rinne zuzuführen, in der die Pellets nur zu einem Teil vom flüssigen Stickstoff bedeckt sind. Die Pellets treiben im Strom des Flüssigstickstoffs bis zum Ende der Rinne und werden aufgrund der Neigung der Rinne beschleunigt. Am Ende der Rinne überwinden sie eine gewisse freie Flugstrecke, um anschließend von einer zweiten, horizontal von der ersten Rinne beabstandeten Rinne aufgefangen zu werden. Aufgrund von Adhäsionskräften vermag der Flüssigstickstoff den Pellets nicht zu folgen und wird zwischen den beiden Rinnen in einem Behälter aufgefangen, wodurch eine Trennung von Pellets und Stickstoff erfolgen soll.

[0005] Die zuvor beschriebenen Gegenstände weisen den Nachteil auf, dass die in der Regel fest installierte Kühlrinne zu einer fest definierten Verweilzeit des Produkts im flüssigen Kühlmittel führt. In einigen Bereichen, wie beispielsweise in der Biotechnologie oder der Pharmazie, werden jedoch zunehmend flexible Anforderungen an die zu erbringende Kühlleistung gestellt. So sollen in einer Apparatur unterschiedliche Stoffe mit unterschiedlichen physikalischen oder chemischen Eigenschaften und demzufolge mit einem unterschiedlichen Gefrierverhalten gekühlt werden. Dies führt bei den Vorrichtungen nach dem Stande der Technik zwangsläufig dazu, dass nicht alle zur Kühlung vorgesehenen Produkte gleich gut gekühlt werden können.

[0006] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zur Herstellung von Pellets mittels eines kryogenen Mediums bereitzustellen, die leicht zu handhaben und zu warten ist.

[0007] Gelöst ist diese Aufgabe bei einer Vorrichtung der eingangs genannten Art und Zweckbestimmung dadurch, dass die Rinnenanordnung einen nach unten geschlossenen rinnenförmigen Fixierabschnitt sowie einen sich an den Fixierabschnitt unmittelbar anschließenden rinnenförmigen Trennabschnitt umfasst, der unterseitig mit einem Durchlassbereich ausgerüstet ist, der für das flüssige Kühlmittel durchlässig, für den pelletierten oder granulierten Stoff jedoch undurchlässig ist.

[0008] Bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung wird das zu pelletierende Produkt beispielsweise in einen laminaren Strom des flüssigen Kühlmittels an einer Stelle stromabwärts von der das Kühlmittel in die Rinnenanordnung eintragenden Fördereinrichtung eingetragen, beispielsweise eingetroppt. Bei der Fördereinrichtung handelt es sich beispielsweise um eine Pumpe, ein Bechersystem oder eine archimedische Schraube. Dabei sollte dafür Sorge getragen werden, dass die Strömung an der Eintragsstelle laminar ist. Der Eintrag des in der Regel flüssigen oder pastösen Stoffes erfolgt beispielsweise so, wie in

US 4 655 047 B1 beschrieben, worauf hiermit Bezug genommen wird. Die Rinnenanordnung umfasst einen im Kontext der Erfindung als „Fixierabschnitt“ bezeichneten Abschnitt in Form einer nach unten (im geodätischen Sinne) geschlossenen Rinne, in dem die eingebrachten Tropfen des Produkts teilweise oder vollständig von einem Strom des flüssigen Kühlmittels umspült werden. Die Länge des Fixierabschnitts ist je nach Produkt so zu wählen, dass zumindest die äußere Hülle der Produkttropfen gefroren und damit die in der Regel kugelige Form des eingetragenen Stoffes als Pellets (Stoffkörner) fixiert wird. Unmittelbar an den Fixierabschnitt schließt sich ein im Kontext der Erfindung als „Trennabschnitt“ der Rinnenanordnung bezeichneter Abschnitt an, in dem die erzeugten Pellets vom flüssigen Kühlmittel getrennt werden. Dazu ist der Trennabschnitt im Gegensatz zum Fixierabschnitt nicht als eine nach unten geschlossene Rinne ausgebildet, sondern weist einen Durchlassbereich mit geeigneten Öffnungen auf, die für das Kühlmittel, nicht aber für die erzeugten Pellets durchlässig sind. Der Trennabschnitt schließt sich unmittelbar an den Fixierabschnitt an, ohne dass die Pellets bei ihrem Transport vom einen zum anderen Abschnitt eine Flug- oder Fallstrecke zu überwinden haben. Zwischen den beiden Abschnitten ist sowohl eine starre als auch eine gelenkige Verbindung möglich; zweckmäßig ist es, dass der Trennabschnitt in einem stärkeren Winkel gegenüber der Horizontalen abfällt (in Transportrichtung der Pellets gesehen) als der Fixierabschnitt, um einen zuverlässigen Transport der Pellets auch im Trennabschnitt zu erreichen. Da der Trennabschnitt von einer kalten Atmosphäre verdampften Kühlmittels umströmt wird, findet auf dem Trennabschnitt zugleich eine weitere Kühlung des Produkts statt, die idealerweise zu einer völligen Durchkühlung der Pellets führt. Die erfindungsgemäße Vorrichtung kommt ohne wartungsanfällige und aufwändige bewegliche Teile aus und kann durch Austausch der Rinnen einfach und flexibel an unterschiedliche Anforderungen angepasst werden.

[0009] Bevorzugt ist/sind der Fixierabschnitt und/oder der Trennabschnitt jeweils in einem verstellbaren Winkel gegenüber der Horizontalen geneigt angeordnet. Durch Einstellung der jeweiligen Winkel kann die Fließgeschwindigkeit des Kühlmittels bzw. der Pellets verändert werden und somit dem jeweiligen Stoff angepasst werden. Gefriert beispielsweise der Stoff im Kontakt mit dem flüssigen Kühlmittel rasch durch, kann eine steiler abfallende Neigung gewählt werden, wodurch sich die Geschwindigkeit des durch den Fixierabschnitt bzw. den Trennabschnitt geführten Kältemittels bzw. Stoffes erhöht und damit ein höherer Durchsatz erzielt werden kann. Neigen die erzeugten Pellets dazu, an der Rinnenanordnung anzuhängen, empfiehlt es sich, zumindest den Trennabschnitt sehr steil abfallen zu lassen, um die Wirkung der Schwerkraft auf die Pellets zu erhöhen. Ent-

sprechend können flacher abfallende Neigungen gewählt werden, wenn der zu pelletierende Stoff eine geringe Wärmeleitfähigkeit aufweist und daher eine größere Zeitdauer erforderlich ist, um das Gefrieren eines für den zuverlässigen Weitertransport hinreichend breiten Randes der Pellets zu gewährleisten.

[0010] Um eine noch größere Flexibilität der erfindungsgemäßen Vorrichtung zu erreichen, ist es zweckmäßig, dass der Fixierabschnitt und/oder der Trennabschnitt jeweils aus mehreren, in ihrem Neigungswinkel gegenüber der Horizontalen einstellbaren Segmenten aufgebaut ist/sind. Die vorzugsweise miteinander verbundenen, z. B. fixierbar aneinander angelegten Segmente des Abschnitts bilden also eine Rinne, in deren Verlauf jeweils unterschiedliche Neigungswinkel auftreten können.

[0011] Eine vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass die Rinnenanordnung eine zumindest abschnittsweise für das Kühlmittel durchlässige erste Rinne sowie eine geodätisch unterhalb der ersten Rinne angeordnete, für das flüssige Kühlmittel undurchlässige zweite Rinne umfasst, welche zumindest abschnittsweise unter Ausbildung des Fixierabschnitts derart an der ersten Rinne anliegt, dass beim bestimmungsgemäßen Einsatz der Vorrichtung die eingetropften Flüssigkeitsteilchen des zu pelletierenden Stoffes innerhalb diesem Abschnitts in der ersten Rinne von einem Strom aus flüssigen Kühlmittel umgeben oder sogar bedeckt sind. Besonders bevorzugt ist dabei die zweite Rinne aus beweglichen Segmenten aufgebaut, die jeweils von einem ersten Zustand, in dem das Segment an der ersten Rinne flüssigkeitsdicht anliegt, in einen zweiten Zustand verbringbar ist, in dem das Segment beabstandet von der ersten Rinne angeordnet ist. Auf diese Weise kann die Länge des Fixierabschnittes dadurch variiert werden, dass eines oder mehrere der Segmente der zweiten Rinne an die erste Rinne angelegt werden. Durch die Beabstandung eines oder mehrerer Segmente der zweiten Rinne von der ersten Rinne kann wiederum die Länge des Trennabschnitts verändert werden. Die Segmente der zweiten Rinne können dabei unter Ausbildung einer insgesamt flüssigkeitsdichten Rinne miteinander verbunden, beispielsweise aneinander angelegt sein, oder nach Art von Dachziegeln teilweise überlappend angeordnet sein.

[0012] Ergänzend oder alternativ dazu können die erste Rinne und die zweite Rinne axial zueinander verschiebbar angeordnet sein. Die erste Rinne ist dabei innerhalb der zweiten oder umgekehrt angeordnet und kann axial, also längs der Fließrichtung eines in der Rinne transportierten Stoffes/Kühlmittels, gegenüber der jeweils anderen Rinne bewegt werden. Auch dadurch lässt sich die Länge des Fixierabschnitts flexibel einstellen.

[0013] Vorteilhafterweise umfasst der Trennabschnitt zur Gewährleistung der Durchlässigkeit für das Kühlmittel zumindest einen gitter-, rillen- oder siebförmigen Durchlassbereich. Eine andere bevorzugte Ausgestaltung der ersten Rinnenanordnung sieht vor, dass der Trennabschnitt oder ein Abschnitt oder Segment des Trennabschnitts als Lochblech ausgebildet ist. Die Öffnungen des Gitters oder des Siebes oder die Löcher des Lochbleches sind den Anforderungen entsprechend zu bemessen, insbesondere sollte einerseits ein hinreichender Durchfluss des flüssigen Kühlmittels gewährleistet sein, sodass das Kühlmittel am (in Bewegungsrichtung der Pellets gesehen) Ende des Trennabschnitts vollständig abgefließen ist, andererseits sollten die Öffnungsdurchmesser im Durchlassbereich wesentlich kleiner als die mittlere Durchmesser der erzeugten Pellets sein, um den Weitertransport der Pellets zu gewährleisten.

[0014] Eine abermals vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass die Rinnenanordnung als eine sich um eine im Wesentlichen vertikale Achse windende Spirale ausgebildet ist. Die Rinnen bzw. Segmente der Rinnen verlaufen also auf einer – von der Eintragungseinrichtung aus betrachtet – nach unten verlaufenden Spirale. Auch bei dieser Ausgestaltung können Strecken unterschiedlichen Gefälles durch entsprechende Anstellung von Rinnensegmenten realisiert werden. Diese Ausgestaltung ist besonders raumsparend.

[0015] Das flüssige Kühlmittel ist vorzugsweise eine kryogene Flüssigkeit, wie etwa ein kälteverflüssigtes Gas, insbesondere kälteverflüssigter Stickstoff (LN_2). Als gasförmiges Kühlmittel für die Kühlung der Pellets im Bereich des Trennabschnitts der Rinnenanordnung kommt beispielsweise kalter gasförmiger Stickstoff mit einer Temperatur von bevorzugt unter minus 150°C zum Einsatz. Beispielsweise handelt es sich dabei um verdampftes flüssiges Kühlmittel. Der zu pelletierende Stoff ist in der Regel flüssig oder pastös. Beispiele sind flüssige oder pastöse Zubereitungen für die Herstellung von Eiskrem oder anderer Lebensmittel, pharmazeutische und chemische Produkte sowie Hilfs- und Zusatzstoffe.

[0016] Bevorzugt sind Pelletiervorrichtung und Rinnenanordnung mit einer Wärmeisolierung ausgerüstet, die zweckmäßigerweise eine Einheit bilden, z. B. durch ein einheitliches oder zusammenhängendes wärmeisoliertes Gehäuse. Die Vorrichtung ist dabei bevorzugt nicht nur im Einsatzbereich des flüssigen Kühlmittels (Kühlmittelvorratsbehälter, Fixierabschnitt), sondern auch im Bereich des Trennabschnitts der Rinnenanordnung thermisch isoliert. Durch eine bevorzugte tunnelartige, wärmeisolierende Einhausung der Rinnenanordnung im Bereich des Trennabschnitts wird ein Gaskanal gebildet, durch den das gasförmige Kühlmittel geleitet wird. Durch

eine Variation des Querschnitts des Gaskanals wird die Geschwindigkeit des Gasstromes des gasförmigen Kühlmittels im Gaskanal beeinflusst, wobei eine hohe Geschwindigkeit des Gasstromes für die weitere Kühlung und Durchfrostung der Pellets vorteilhaft ist.

[0017] Zweckmäßigerweise ist zumindest der Trennabschnitt mit einer Einrichtung zum Ablösen von an der Rinnenanordnung festfrierenden Pellets ausgerüstet. Dabei handelt es sich beispielsweise um ein Gebläse, das mittels eines aus einem Inertgas, etwa gasförmigem Stickstoff oder einem Edelgas bestehenden Gasstroms etwaig an der Rinnenanordnung anhaftende Pellets ablöst, oder ein Hammerwerk oder eine Vibrationseinrichtung, die das weitere Anhaften der Pellets an die Rinne während des Betriebs der erfindungsgemäßen Vorrichtung unterbinden und bereits angehaftete Pellets ablöst.

[0018] Als vorteilhafte Fördereinrichtung kommt eine Pumpe, ein Becherwerk, eine archimedische Schraube oder eine Kombination dieser Fördereinrichtungen zum Einsatz.

[0019] Die Aufgabe der Erfindung wird auch mit einem Verfahren zum Pelletieren oder Granulieren eines flüssigen oder pastösen Stoffes gelöst, bei dem ein flüssiges Kühlmittel mit einer Fördereinrichtung in eine nach oben offene Rinnenanordnung transportiert wird, ein zu pelletierender Stoff in die Rinnenanordnung eingetragen wird und anschließend in einer Trenneinrichtung der pelletierte oder granuliert Stoffes vom Kühlmittel getrennt wird, und das dadurch gekennzeichnet ist, dass der zu pelletierende Stoff in der Rinnenanordnung im Strom des Kühlmittels einen nach unten geschlossenen rinnenförmigen Fixierabschnitt durchläuft und dabei durch Wärmekontakt mit dem Kühlmittel zu Pellets oder Körnern gefriert, und die Pellets oder Körner anschließend einem in Fließrichtung abwärts verlaufenden, rinnenförmigen Trennabschnitt zugeführt werden, der unterseitig mit einem Durchlassbereich ausgerüstet ist, wobei das Kühlmittel durch den Durchlassbereich hindurch abfließt, wohingegen die Pellets oder Körner unter der Wirkung der Schwerkraft den rinnenförmigen Trennabschnitt durchlaufen und in einer Auffangeinrichtung aufgefangen werden.

[0020] Zweckmäßigerweise werden dabei die Länge und die Neigung des Fixierabschnitts und/oder des Trennabschnitts gegenüber der Horizontalen in Abhängigkeit von Parametern des zu pelletierenden Stoffes eingestellt. So werden Stoffe, die eine schlechte Wärmeleitfähigkeit aufweisen, einen langen Fixierabschnitt und/oder eine geringe Neigung des Fixierabschnitts erfordern. Stoffe, die dazu neigen, an den Rinnenanordnung haften zu bleiben erfordern gegenüber Stoffen, bei denen dies nicht der Fall ist, einen steiler abfallenden Trennabschnitt, damit ein

problemloser Transport der Pellets unter der Wirkung der Schwerkraft gewährleistet ist.

[0021] Ausführungsbeispiele der Erfindung sollen im Folgenden anhand der Zeichnungen näher erläutert werden. In schematischen Ansichten zeigen:

[0022] **Fig. 1:** eine erfindungsgemäße Vorrichtung in einer ersten Ausführungsform,

[0023] **Fig. 2:** eine erfindungsgemäße Vorrichtung in einer zweiten Ausführungsform mit einer spiralförmigen Rinnenanordnung und

[0024] **Fig. 3:** den Ausschnitt einer im Bereich eines Trennabschnitts vorgesehenen Rinne in einer perspektivischen Ansicht von unten.

[0025] Die in **Fig. 1** gezeigte Vorrichtung **1** zum Pelletieren von in der Regel flüssigen oder pastösen Stoffen umfasst einen in einem wärmeisolierten Gehäuse **3** aufgenommenen Vorratsbehälter **4** für ein tiefsiedendes, verflüssigtes Kältemittel, vorzugsweise Flüssigstickstoff, dessen Füllstand **5** in hier nicht gezeigter Weise mittels einer Füllstandsmessung kontrolliert und automatisch aus einem hier ebenfalls nicht gezeigten Vorratstank nachgefüllt wird. Mittels einer Fördereinrichtung **6** wird das verflüssigte, tiefsiedende Kältemittel **7** aus dem Vorratsbehälter **1** über eine Förderstrecke **8** einer Rinnenanordnung **10** zugeleitet. Die Rinnenanordnung **10** umfasst zwei jeweils nach (im geodätischen Sinne) oben offene Rinnen **11**, **12**, die (ebenfalls im geodätischen Sinne) übereinander angeordnet sind und jeweils in lösbar miteinander verbundene Segmente **11a**, **11b**, **11c**, **11d**, **11e**, **11f**; **12a**, **12b**, **12c**, **12d**, **12e** unterteilt sind. Die Segmente **11a**, **11b**, **11c**, **11d**, **11e**, **11f** bzw. **12a**, **12b**, **12c**, **12d**, **12e** einer jeden Rinne können unterschiedliche Neigungswinkel gegenüber der Horizontalen aufweisen. Die einzelnen Abschnitte **12a**, **12b**, **12c**, **12d**, **12e** der Rinne **12** können manuell oder mittels geeigneter Motoren von einem Zustand, in dem sie dicht an der Rinne **11** bzw. einem Segment **11a**, **11b**, **11c**, **11d**, **11e**, **11f** der Rinne **11** anliegen in einen zweiten Zustand verbracht werden, in dem sie vertikal beabstandet von der Rinne **11** vorliegen. Während die obere Rinne **11** auf ihrer Unterseite für das Kältemittel, nicht jedoch für die erzeugten Pellets durchlässig ist, sind die Segmente **12a**, **12b**, **12c**, **12d**, **12e** der unteren Rinne **12** nach unten geschlossen und bilden zusammen eine im wesentlichen flüssigkeitsdichte Rinne **12**.

[0026] Im Ausführungsbeispiel bilden die Segmente **11a**, **11b** und **11c** der oberen Rinne **11** eine (vom Zulauf des Kältemittels **7** aus gesehen) leicht schräg nach unten verlaufenden Rinnenabschnitt, im Folgenden als Fixierabschnitt **13** bezeichnet. Im Bereich dieses Fixierabschnitts **13** liegen die Segmente **12a**, **12b**, **12c** der unteren Rinne **12** dicht an den entspre-

chenden Segmenten **11a**, **11b**, **11c** der oberen Rinne an und verhindern auf diese Weise, dass das flüssige Kühlmittel **7** durch die Öffnungen der Rinnensegmente **11a**, **11b**, **11c** abfließen kann. Die Segmente **11d**, **11e** und **11f** der oberen Rinne **11** bilden ebenfalls einen gemeinsamen Rinnenabschnitt, im Folgenden Trennabschnitt **15** genannt. Der Trennabschnitt **15** schließt sich unmittelbar an den Fixierabschnitt **13** an und ist stärker gegenüber der Horizontalen geneigt als dieser. Im Bereich des Trennabschnitts **15** sind die Segmente **12d** und **12e** der unteren Rinne **12** vertikal beabstandet von den entsprechenden Segmenten **11d**, **11e**, **11f** der oberen Rinne **11** angeordnet, sodass das flüssige Kühlmittel **7** in diesem Bereich durch die Öffnungen der Rinnensegmente **11d**, **11e**, **11f** hindurch über die Segmente **12d**, **12e** der unteren Rinne **12** in den Vorratsbehälter **4** hinein abfließen kann. Am (vom Zulauf des Kühlmittels **7** aus gesehen) hinteren Ende des letzten Rinnenabschnitts **11f** der oberen Rinne ist ein Auffangbehälter **16** für erzeugte Pellets **17** angeordnet. Der Auffangbehälter **17** kann auch innerhalb des Gehäuses **3** angeordnet sein. Statt eines Auffangbehälters **17** kann auch eine Verpackungseinrichtung an dieser Stelle vorgesehen sein. Der Eintrag des zu pelletierenden Stoffes erfolgt mittels einer Eintragsvorrichtung **19**, die oberhalb der ersten Segmente **11a**, **11b** der oberen Rinne **11** angeordnet ist. Die Eintragsvorrichtung **16** umfasst eine Düse oder eine Mehrzahl von Düsen, über die eine Abgabe des zu pelletierenden Stoffes in Form von Tropfen **18** ermöglicht wird. Eine Abluftgebläse **20** sorgt für die Absaugung des während des Pelletiervorgangs verdampften Kältemittels sowie von etwaig eindringender Umgebungsluft.

[0027] Beim Betrieb der Vorrichtung **1** wird flüssiges Kühlmittel **7** aus dem Vorratsbehälter **4** mittels der Fördereinrichtung **6** in den Fixierabschnitt **13** der Rinnenanordnung **10** gefördert und bildet dort einen laminaren Strom flüssigen Kühlmittels **7** aus. Aus der Eintragsvorrichtung **19** wird der zu pelletierende Stoff in den Fixierabschnitt **13** und damit in den fließenden Kühlmittelstrom eingetroffen und von diesem bis zum anderen Ende des Fixierabschnitts **13** transportiert. Die Länge des Fixierabschnitts **13** ist dabei so bemessen, dass das flüssige Kühlmittel **7** dem zu pelletierenden Stoff gerade so viel Energie entzieht, dass die äußere Hülle der Tropfen **18** angefroren, der Kern aber noch flüssig ist. Es bilden sich somit Pellets **17** mit fester Hülle. Bei diesem Vorgang verdampft ein Teil des flüssigen Kühlmittels. Anschließend gelangen die Pellets **17** in den Trennabschnitt **15**, also in die die Segmente **11d**, **11e**, **11f** der oberen Rinne **11**. Da die Pellets **17** im Trennabschnitt **15** nicht mehr vom Kühlmittelstrom mitbewegt werden, besitzt der Trennabschnitt **15** ein stärkeres Gefälle als der Fixierabschnitt **13**. Dadurch wird der weitere Transport der Pellets unter der Wirkung des eigenen Gewichts gewährleistet und somit der Gefahr zu begegnet, dass einzelne Pellets **17** im Bereich des Trennabschnitts

15 hängen bleiben und an dieser festfrieren. Zusätzlich kann jedoch auch noch eine Einrichtung vorgesehen sein, die das Festfrieren unterbindet, beispielsweise ein Rüttelwerk **21**, das zumindest die Segmente **11d**, **11e**, **11f** des Trennabschnitts **15** in Vibrationen versetzt, oder ein Gebläse, das die Pellets mittels eines kalten Inertgasstroms von der Rinne trennt, wobei der kalte Inertgasstrom zugleich der weiteren Kühlung der Pellets **17** dient.

[0028] Das gesamte in der Anlage anfallende verdampfte Kühlmittel wird oberhalb der Rinnenanordnung von der Absaugeinrichtung **20** der Pellets angesaugt. Auf diese Weise sind die Pellets **17** auf dem Trennabschnitt **15** von einer kalten Atmosphäre umgeben, die dafür sorgt, dass die Pellets **17** weiter gekühlt werden. Das gasförmige Kühlmittel entzieht dabei beim Durchströmen dieser Wegstrecke den Pellets weiterhin Energie und erwärmt sich dabei. Bevorzugt ist die Absaugeinrichtung derart angeordnet, dass der kalte Gasstrom des verdampften Kühlmittels eine Richtung aufweist, die zumindest abschnittsweise eine Richtungskomponente parallel oder antiparallel zur Transportrichtung der Pellets **17** entlang der Rinnenanordnung **10** aufweist. Eine solche Parallelführung von kaltem Gasstrom und Pellets **17** kann auch – in der Zeichnung jedoch nicht gezeigt – durch Vorsehen eines Tunnels um den Trennabschnitt **15** herum erzwungen werden, durch den hindurch der Gasstrom abgezogen wird.

[0029] Die Länge und das Gefälle des Trennabschnitts **15** und ggf. die Strömungsverhältnisse des verdampfenden Kältemittelstromes sind so gewählt, dass die Pellets **17** am Ende des Trennabschnitts vollständig durchgefroren sind. Der Kühleffekt aufgrund des kalten Gasstroms kann noch dadurch verstärkt werden, dass der Trennabschnitt in einen tunnelartig ausgebildeten Bereich des Gehäuses **3** angeordnet wird. Die Leistung der Absaugeinrichtung ist so bemessen, dass im Innern des Gehäuses **3** ein leichter Überdruck gegenüber der Umgebung von beispielsweise 0,1 mbar bis 1 mbar aufrecht erhalten wird, um das Eindringen von feuchter Umgebungsluft zu verhindern. Die durchgefrorenen Pellets **17** fallen in den Auffangbehälter **16** oder werden (hier nicht gezeigt) einer Verpackungseinrichtung oder einer Einrichtung zur Weiterverarbeitung zugeleitet.

[0030] Die in **Fig. 2** gezeigte Vorrichtung **23** unterscheidet sich von der Vorrichtung **1** aus **Fig. 1** lediglich in der Geometrie der Rinnenanordnung. Die Rinnenanordnung **24** der Vorrichtung **23** umfasst eine obere Rinne **25** und eine untere Rinne **26**, die jeweils ebenfalls in Segmente unterteilbar sind. Während die obere Rinne **25** zumindest abschnittsweise für das flüssige Kühlmittel durchlässig ist, ist die untere Rinne **26** nach unten geschlossen und für das flüssige Kühlmittel undurchlässig. Die aus den Rinnen **25**, **26** gebildete Rinnenanordnung ist spiralförmig um eine

im Wesentlichen senkrechte Achse **27** angeordnet. Während die oberen Abschnitte der beiden Rinnen **25**, **26** dicht aneinanderliegen, sodass sich insgesamt eine nach unten geschlossene Rinne ergibt, die einen Fixierabschnitt **28** der Rinnenanordnung **25**, **26** bilden, sind die unteren Abschnitte vertikal beabstandet voneinander angeordnet und bilden einen Trennabschnitt **29**. Im Betrieb der Vorrichtung **23** wird ein Stoff mittels einer Eintrageinrichtung **30** in den Fixierabschnitt **28** eingetropfelt, in dem mittels der Fördereinrichtung **33** ein laminarer Kühlmittelstrom aufrechterhalten wird. Die Stofftropfen werden im Fixierabschnitt **28** vom Kühlmittel umströmt und bilden Pellets mit einer gefrorenen, festen Hülle aus. Die angefrorenen Pellets werden im Trennabschnitt **29** weiterhin über die obere Rinne **25** zum Auffangbehälter **31** geleitet, während das flüssige Kühlmittel durch die Öffnungen der Rinne **25** über die unteren Abschnitte der Rinne **26** in einen Vorratsbehälter **32** zurückgeführt wird aus dem die Fördereinrichtung **33** das Kühlmittel zur Versorgung der des Fixierabschnitts **28** schöpft. Die in **Fig. 2** gezeigte Anordnung ist besonders kompakt und platzsparend.

[0031] In **Fig. 3** sind beispielhaft verschiedene Typen von Durchlassbereichen zur Trennung von Pellets und flüssigem Kühlmittel mit unterschiedlichen Öffnungen gezeigt, die zur besseren Veranschaulichung in einer einzigen Rinne **35** angeordnet sind. In der Praxis dürfte ein Trennabschnitt gemäß der Erfindung in der Regel jeweils nur einen Typ von Durchlassbereich aufweisen, wenngleich eine Kombination unterschiedlicher Typen von Durchlassbereichen nicht ausgeschlossen ist. Im in der Zeichnung oben dargestellten Teil der Rinne **35** ist ein Feld von runden, elliptischen oder ovalen Öffnungen **38** gezeigt, deren Durchmesser jeweils wesentlich geringer sein sollte als der durchschnittliche Durchmesser der in der Rinne **35** zu transportierenden Pellets **37**. Ein derartiges Feld lässt sich einfach durch das Vorsehen entsprechend gelochter Bleche für die Unterseite **36** der Rinne **35** realisieren. Im mittleren Teil der Rinne **35** sind rillen- bzw. längsspaltförmige Öffnungen **39** gezeigt, die parallel zur Fließrichtung der Pellets angeordnet sind und den Pellets dadurch beim Transport einen besonders geringen Widerstand entgegensetzen. Im in der Zeichnung unten dargestellten Teil der Rinne **35** ist ein siebartiger Durchlassbereich **40** gezeigt. Die Durchlassbereiche können dabei auf der unteren Seite **36** einer Rinne **35** angeordnet sein oder auch in einer Seitenwand, wie beispielhaft anhand einer Öffnung **41** gezeigt.

[0032] Folgende Werte haben sich beispielsweise für eine Vorrichtung (Anlage) mit einer Kapazität von ca. 300 kg Pellets ergeben. Gefroren wird beispielsweise eine wässrige Suspension mit einem Feststoffanteil von 5% zu Pellets von einem Durchmesser von ca. 6 mm. Als flüssiges Kühlmittel dient flüssiger Stickstoff. Die Strömungsgeschwindigkeit auf der

Rinne **11** beträgt im Fixierabschnitt **13** dabei 0,5 Meter pro Sekunde. Die Rinne besitzt dabei eine Breite von 1 Meter und eine Länge von 3 Metern. Der Verbrauch an flüssigem Stickstoff beträgt 3,0 kg/kg Produkt (Pellets). Die Verweilzeit der auf dem Trennabschnitt hinab gleitenden Pellets beträgt vorzugsweise 30 Sekunden. Längere Verweilzeiten führen in der Regel zum gleichen Ergebnis. Die Kerntemperatur der Pellets am Ende des Trennbereiches beträgt –20°C. Die Temperatur des Stickstoffgases (Abgas) im Bereich des Trennabschnitts beträgt ca. –185°C. Unmittelbar vor dem Abluftgebläse **20** beträgt die Temperatur des Stickstoffgases –40°C.

Bezugszeichenliste

- | | |
|-----------|--|
| 1 | Vorrichtung |
| 2 | |
| 3 | Gehäuse |
| 4 | Vorratsbehälter |
| 5 | Füllstand |
| 6 | Fördereinrichtung |
| 7 | verflüssigtes Kältemittel |
| 8 | Förderstrecke |
| 9 | |
| 10 | Rinnenanordnung |
| 11 | obere Rinne – 11a, 11b, 11c, 11d, 11e, 11f :
Segmente der oberen Rinne |
| 12 | untere Rinne – 12a, 12b, 12c, 12d, 12e : Seg-
mente der unteren Rinne |
| 13 | Fixierabschnitt |
| 14 | |
| 15 | Trennabschnitt |
| 16 | Auffangbehälter |
| 17 | Pellets |
| 18 | Tropfen |
| 19 | Eintrageinrichtung |
| 20 | Abluftgebläse |
| 21 | Rüttelwerk |
| 22 | |
| 23 | Vorrichtung |
| 24 | Rinnenanordnung |
| 25 | obere Rinne |
| 26 | untere Rinne |
| 27 | Achse |
| 28 | Fixierabschnitt |
| 29 | Trennabschnitt |
| 30 | Eintrageinrichtung |
| 31 | Auffangbehälter |
| 32 | Vorratsbehälter |
| 33 | Fördereinrichtung |
| 34 | |
| 35 | Rinne |
| 36 | untere Seite |
| 37 | Pellet |
| 38 | Öffnung |
| 39 | rillenförmige Öffnung |
| 40 | siebartiger Durchlassbereich |
| 41 | seitliche Öffnung |

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- US 4655047 [0002]
- EP 0919279 B1 [0003]
- DE 10012551 A1 [0004]
- US 4655047 B1 [0008]

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Pelletieren oder Granulieren eines flüssigen oder pastösen Stoffes mit einem flüssigen Kühlmittel (7), mit einer Fördereinrichtung (6, 33), mittels der das flüssige Kühlmittel (7) in eine zumindest abschnittsweise nach oben offene Rinnenanordnung (10, 24) transportiert wird, einer Eintragsvorrichtung (19, 30), mittels der der zu pelletierende Stoff in die Rinnenanordnung (10, 24) eingetragen wird und einer Trenneinrichtung (15, 29) zum Trennen des pelletierten oder granulierten Stoffes vom Kühlmittel (7), **dadurch gekennzeichnet**, dass die Rinnenanordnung (10, 24) einen nach unten geschlossenen rinnenförmigen Fixierabschnitt (13, 28) sowie einen sich an den Fixierabschnitt (13, 28) unmittelbar anschließenden rinnenförmigen Trennabschnitt (15, 29) umfasst, der unterseitig mit einem Durchlassbereich (38, 39, 40, 41) ausgerüstet ist, der für das flüssige Kühlmittel durchlässig, für den pelletierten oder granulierten Stoff jedoch undurchlässig ist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Fixierabschnitt (13, 28) und/oder der Trennabschnitt (15, 29) jeweils in einem verstellbaren Winkel gegenüber der Horizontalen geneigt angeordnet sind.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Fixierabschnitt (13, 28) und/oder der Trennabschnitt (15, 29) jeweils aus mehreren, in ihrem Neigungswinkel gegenüber der Horizontalen einstellbaren Segmenten (11a, 11b, 11c, 11d, 11e, 11f; 12a, 12b, 12c, 12d, 12e) aufgebaut ist/sind.

4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Rinnenanordnung (10, 24) eine zumindest abschnittsweise für das Kühlmittel (7) durchlässige erste Rinne (11, 25) sowie eine geodätisch unterhalb der ersten Rinne (11, 25) angeordnete, für das flüssige Kühlmittel (7) undurchlässige zweite Rinne (12, 26) umfasst, welche zweite Rinne (12, 26) zumindest abschnittsweise unter Ausbildung des Fixierabschnitts (13, 28) an der ersten Rinne anliegt.

5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Rinne (12, 26) aus beweglichen Segmenten (12a, 12b, 12c, 12d, 12e) aufgebaut ist, die jeweils von einem ersten Zustand, in dem das Segment (12a, 12b, 12c, 12d, 12e) an der ersten Rinne (11, 25) flüssigkeitsdicht anliegt, in einen zweiten Zustand verbringbar sind, in dem das Segment (12a, 12b, 12c, 12d, 12e) beabstandet von der ersten Rinne (11, 25) angeordnet sind.

6. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die erste

Rinne (11, 25) und die zweite Rinne (12, 26) axial zueinander verschiebbar angeordnet sind.

7. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Trennabschnitt (15, 29) zur Gewährleistung der Durchlässigkeit für das Kühlmittel zumindest einen gitter-, rillen- oder siebförmigen Durchlassbereich (39, 40, 41) aufweist.

8. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Trennabschnitt (15, 29) zur Gewährleistung der Durchlässigkeit für das Kühlmittel einen als Lochblech ausgebildeten Durchlassbereich (38) aufweist.

9. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Rinnenanordnung (24) als eine sich um eine im Wesentlichen vertikale Achse (27) windende Spirale ausgebildet ist.

10. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein kälteverflüssigtes Gas oder Gasgemisch als flüssiges Kühlmittel (7) eingesetzt wird.

11. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Rinnenanordnung (10, 24) in einem thermisch isolierten Gehäuse (3) eingehaust ist.

12. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest der Trennabschnitt (15, 26) der Rinnenanordnung (10, 24) mit einer Einrichtung (21) zum Ablösen von an der Rinnenanordnung (10, 24) festfrierenden Pellets ausgerüstet ist.

13. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass als Fördereinrichtung (6, 33) eine Pumpe, ein Becherwerk, eine archimedische Schraube oder eine Kombination davon vorgesehen ist.

14. Verfahren zum Pelletieren oder Granulieren eines flüssigen oder pastösen Stoffes, bei dem ein flüssiges Kühlmittel (7) mit einer Fördereinrichtung (6, 33), in eine nach oben offene Rinnenanordnung (10, 24) transportiert wird, ein zu pelletierender Stoff in die Rinnenanordnung (10, 24) eingetragen wird und anschließend in einer Trenneinrichtung (15, 29) der pelletierte oder granuliert Stoff vom Kühlmittel (7) getrennt wird, dadurch gekennzeichnet, dass der zu pelletierende Stoff in der Rinnenanordnung (10, 24) im Strom des Kühlmittels (7) einen nach unten geschlossenen rinnenförmigen Fixierabschnitt (13, 28) durchläuft und dabei durch Wärmekontakt mit dem Kühlmittel (7) zu Pellets oder Körnern gefriert und die Pellets oder Körner anschließend einem in Fließrichtung

tung abwärts verlaufenden, rinnenförmigen Trennabschnitt (15, 29) zugeführt werden, der unterseitig mit einem Durchlassbereich (38, 39, 40, 41) ausgerüstet ist, wobei das Kühlmittel durch den Durchlassbereich (38, 39, 40, 41) hindurch abfließt, die Pellets oder Körner dagegen unter der Wirkung der Schwerkraft den rinnenförmigen Trennabschnitt (15, 29) durchlaufen und in einer Auffangeinrichtung (16) aufgefangen werden.

15. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Länge und die Neigung des Fixierabschnitts (13, 28) und/oder des Trennabschnitts (15, 29) gegenüber der Horizontalen in Abhängigkeit von Parametern des zu pelletierenden Stoffs eingestellt werden.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

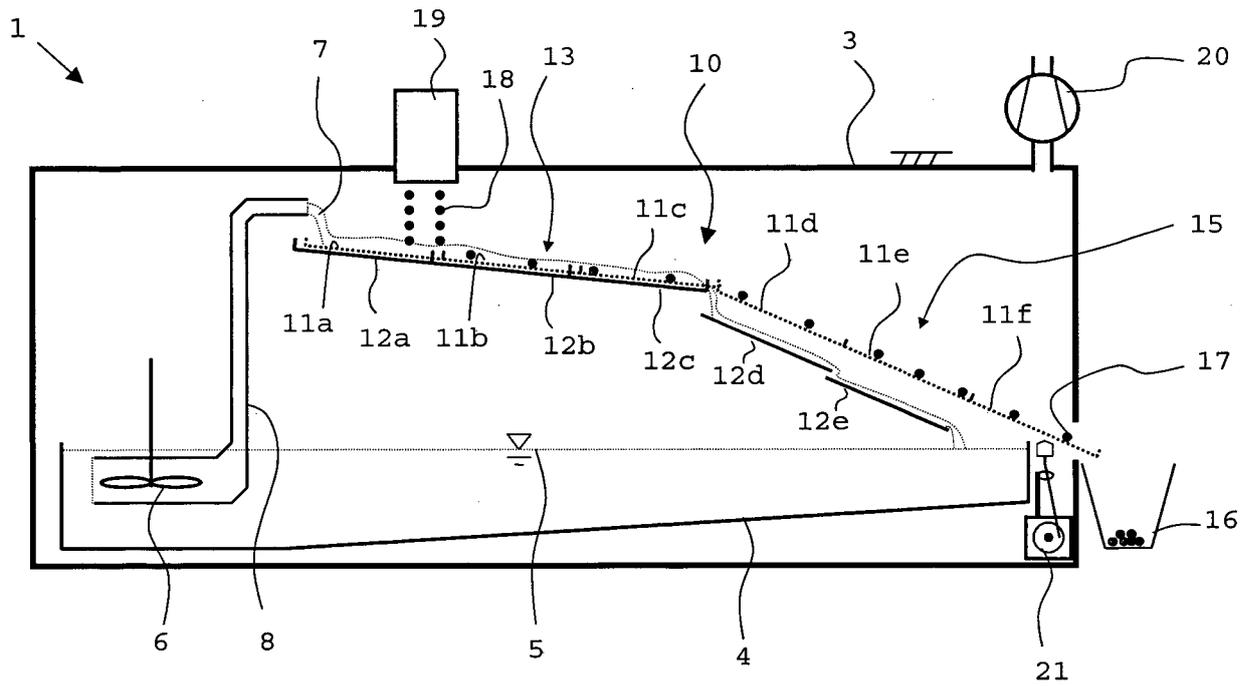


Fig. 1

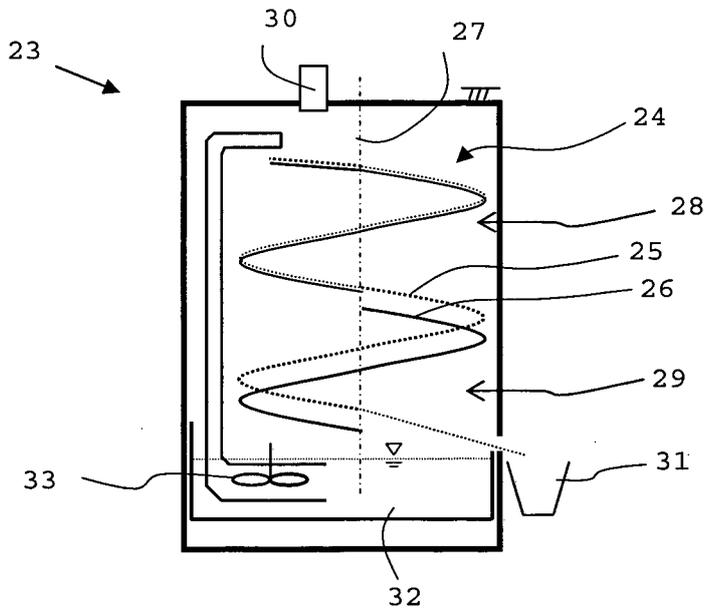


Fig. 2

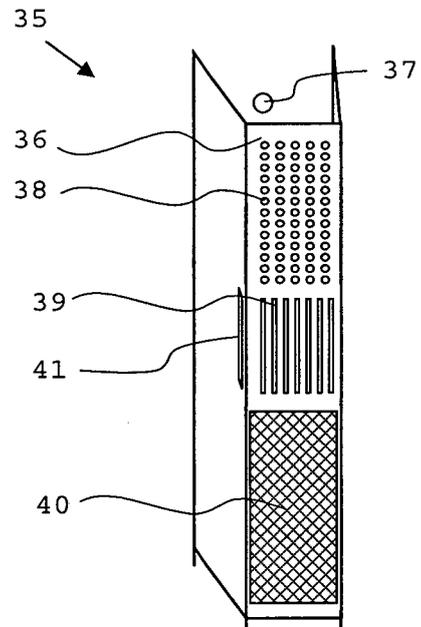


Fig. 3