

(19)



(11)

EP 2 273 221 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
14.08.2013 Patentblatt 2013/33

(51) Int Cl.:
F26B 17/14 (2006.01)
F26B 17/16 (2006.01) **F28D 7/00** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **10167228.5**

(22) Anmeldetag: **24.06.2010**

(54) **Vorrichtung zum Kühlen von Schüttgut sowie Verfahren zum Behandeln von Schüttgut**

Device for cooling bulk goods and method for treating bulk goods

Dispositif de refroidissement de produits en vrac et procédé de traitement de produits en vrac

(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 SE SI SK SM TR

- **Dürr, Michael**
88364, Wolfegg (DE)
- **Zechner, Egon**
88250, Weingarten (DE)

(30) Priorität: **08.07.2009 DE 102009032390**

(74) Vertreter: **Rau, Schneck & Hübner**
Patentanwälte - Rechtsanwälte
Königstraße 2
90402 Nürnberg (DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
12.01.2011 Patentblatt 2011/02

(73) Patentinhaber: **Coperion GmbH**
70469 Stuttgart (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A2- 1 975 536 EP-B1- 0 444 338
WO-A1-2010/003956 AT-B- 205 008
CH-A- 296 419 DE-A1- 4 019 375
DE-A1-102004 041 375 DE-A1-102007 027 967

(72) Erfinder:
• **Stark, Bernhard**
88273, Fronreute (DE)

EP 2 273 221 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

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Kühlen von Schüttgut. Ferner betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Behandeln von Schüttgut.

[0002] Vorrichtungen der eingangs genannten Art sind bekannt aus der DE 10 2007 027 967 A1, der DE 10 2004 041 375 A1, der EP 0 444 338 B1, der DE 196 43 699 C1, der DE 36 39 046 A1, der DE 31 31 425 A1, der AT 205 008 B und der CH 296 419 A und der EP 1 975 536 A2.

[0003] EP 1 975 536 A2 offenbart eine Vorrichtung zum Kühlen von Schüttgut

- mit einem Schüttgut-Eintragsmodul,
- mit einem dem Schüttgut-Eintragsmodul im Förderweg des Schüttguts nachgeordneten Schüttgut-Wärmetauschermodul mit einer Mehrzahl von Wärmetauscher-elementen, die in thermischem Kontakt mit einem Kühlmedium stehen,
- mit einem Schüttgut-Austragsmodul,
- wobei in das Schüttgut-Eintragsmodul eine Gas-Zuführleitung zur Einleitung eines Trocknungsgases einmündet, wobei das Schüttgut-Eintragsmodul so ausgeführt ist, dass eine Verweilzeit des Schüttguts im Schüttgut-Eintragsmodul gegeben ist,
- wobei das Schüttgut-Eintragsmodul einen Konusabschnitt aufweist, in dem das Schüttgut längs mindestens eines sich in Förderrichtung verjüngenden Trichters geführt ist, der zu einem Sammelraum des Schüttgut-Eintragsmoduls führt,
- wobei die Gas-Zuführleitung derart in den Sammelraum einmündet, dass ein unerwünschtes Anbacken des Schüttguts vermindert oder ganz vermieden ist.

[0004] Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Kühlvorrichtung der eingangs genannten Art derart weiterzubilden, dass ein unerwünschtes Anbacken des Schüttguts insbesondere an den Wärmetauscher-elementen vermindert oder ganz vermieden ist.

[0005] Diese Aufgabe ist erfindungsgemäß gelöst durch eine Vorrichtung mit den im Anspruch 1 angegebenen Merkmalen.

[0006] Erfindungsgemäß wurde erkannt, dass der Grund für das Anbacken darin liegt, dass das Schüttgut mit einer Restfeuchte oberhalb eines Feuchte-Vorgabewerts im Kontakt mit dem Wärmetauscher-elementen zu einer Agglomeration und damit zu einem Anbacken neigt. Ein Absolutwert für den Feuchte-Vorgabewert, unterhalb von dem eine Agglomerationsneigung ausreichend gering ist, ist abhängig vom verwendeten Schüttgut, abhängig von der Partikelform des Schüttguts, abhängig von der Partikelgrößenverteilung des Schüttguts sowie abhängig von dem Verfahren zur Herstellung des Schüttguts. Dabei gilt, dass eine große Oberfläche der Schüttgutpartikel ein Austreten von Feuchtigkeit aus dem Partikelinneren begünstigt. Es hat sich herausgestellt, dass eine Trocknung im Schüttgut-Eintragsmodul, die zu einer

Verringerung der Feuchte beispielsweise bei 150° C um mehr als 100 ppm führt, das unerwünschte Anbacken des Schüttguts an den Wärmetauscher-elementen bereits stark reduziert. Die Feuchte des Schüttguts kann bei der Vortrocknung im Schüttgut-Eintragsmodul um mehr als 300 ppm, um mehr als 500 ppm oder auch um mehr als 1000 ppm, jeweils gemessen bei 150° C, verringert werden. Durch den Einsatz der erfindungsgemäßen Gas-Zuführleitung zur Einleitung eines Trocknungsgases lässt sich eine Vortrocknung des Schüttguts im Schüttgut-Eintragsmodul, also im Förderweg des Schüttguts vor dem Schüttgut-Wärmetauschermodul, erreichen, sodass eine Restfeuchte des Schüttguts unterhalb des Vorgabewerts resultiert, was wiederum dazu führt, dass das Schüttgut an den Wärmetauscher-elementen nicht oder kaum anbackt. Dies erhöht die Standzeit der Kühlvorrichtung im Vergleich zum Stand der Technik, insbesondere die Reinigungs-Intervalle, nach deren Ablauf die nächste Reinigung der Kühlvorrichtung fällig ist. Durch die erfindungsgemäße Vortrocknung im Schüttgut-Eintragsmodul kann ein Ausströmen von Feuchtigkeit aus den einzelnen Schüttgut-Partikeln so lange unterbunden werden, wie das Schüttgut für einen Transport durch den Schüttgut-Wärmetauscher, insbesondere für ein gravimetrisches Durchfließen, benötigt. Als Schüttgut können Düngemittel, Salze, Zucker, Biomasse oder andere Schüttgutmaterialien zum Einsatz kommen. Als Trocknungsgas kann Luft oder Stickstoff oder auch ein anderes Gas zum Einsatz kommen. Insbesondere dann, wenn nicht Luft, sondern ein anderes Trocknungsgas zum Einsatz kommt, kann das Trocknungsgas in einem Kreislaufsystem der Kühlvorrichtung geführt sein. Das Trocknungsgas kann, falls Luft eingesetzt wird, aus der Umgebung angesaugt werden. Das Trocknungsgas kann auch von einer Gasquelle bereitgestellt werden. Die Gas-Zuführleitung kann gleichzeitig einen Schüttgut-Zuführstutzen darstellen. In diesem Fall ist es möglich, ein Schüttgut-Eintragsmodul ohne größere bauliche Veränderungen innerhalb der erfindungsgemäßen Kühlvorrichtung einzusetzen. Die Kühlvorrichtung kann eine Absaugeinrichtung für das Trocknungsgas aufweisen, die eine nachgeordnete Entstaubungseinrichtung aufweisen kann. Eine derartige Entstaubung kann durch einen Zyklon und/oder durch einen Filter gewährleistet werden. Das Schüttgut-Eintragsmodul kann gleichzeitig als Sichertereinheit der Kühlvorrichtung eingesetzt sein. In diesem Fall kann das Trocknungsgas gleichzeitig die Funktion eines Sichtgases übernehmen. Auf diese Weise lassen sich beispielsweise Staubpartikel vom Schüttgut innerhalb der Kühlvorrichtung abtrennen. Diese Abtrennung vergrößert ebenfalls die Standzeit der Kühlvorrichtung und die Reinigungsintervalle, da zur unerwünschten Ablagerung bzw. zum unerwünschten Anbacken neigende Staubanteile aus dem Inneren der Kühlvorrichtung entfernt werden. Zur Vergleichmäßigung des Eintrages des Schüttgutes in das Schüttgut-Eintragsmodul kann eine Streueinrichtung zur Ablenkung der Schüttgutförderung eingesetzt sein. Die Wärmetauscher-elemente können

als Wärmetauscherplatten oder als Wärmetauscherrohre ausgebildet sein. Die Wärmetauscherrohre können längs der Schüttgut-Förderrichtung angeordnet sein und beispielsweise das Schüttgut führen. Alternativ ist es möglich, die Wärmetauscherelemente quer oder senkrecht zur Schüttgut-Förderrichtung im Wärmetauschermodul anzuordnen. In diesem Fall führen die Wärmetauscherelemente das Kühlmedium. Die Ausführung des Schüttgut-Eintragsmoduls erfolgt so, dass die Verweilzeit des Schüttguts im Eintragsmodul größer ist als 1 min. Dies führt zu einer effektiven Trocknung des Schüttgutes. Es ist nicht erforderlich, dass das der Kühlvorrichtung zugeführte Schüttgut bereits vorgetrocknet ist. Das Schüttgut kann vor dem Trocknen mit einer Restfeuchte bereitgestellt werden, die beispielsweise 3 % beträgt. Die Restfeuchte ist dabei definiert als das Verhältnis des Gewichts wichts des Feuchtigkeitsanteils zum Gewicht des Schüttguts. Die Trocknungs- bzw. Verweilzeit kann größer sein als 2 min, kann größer sein als 3 min, kann größer sein als 5 min, kann größer sein als 10 min, kann größer sein als 20 min, kann 30 min betragen und kann auch größer sein als 30 min. Verweilzeiten größer als 1 min können durch die gezielte Erzeugung eines Produktstaus im Schüttgut-Eintragsmodul erzielt werden. Das Schüttgut-Eintragsmodul ist so ausgestaltet, dass im Wesentlichen eine Festbett-Durchströmung des Trocknungsgases durch das im Eintragsmodul vorliegende Schüttgut erreicht wird. Die Trocknung findet dann durch einen Diffusionsprozess statt, d. h. die Feuchtigkeit verdunstet bzw. verdampft an der Oberfläche der Schüttgutpartikel und wird von dem Trocknungsgas aufgenommen. Das Schüttgut-Eintragsmodul hat einen Konusabschnitt, in dem das Schüttgut längs mindestens eines sich in Förderrichtung verjüngenden Trichters oder Konus mit runder oder rechteckiger Ausgabeöffnung geführt ist, der zu einem Sammelraum des Schüttgut-Eintragsmoduls führt, wobei die Gas-Zuführleitung in den Sammelraum einmündet. Ein derartiger Konusabschnitt ermöglicht eine gute Verteilung des Trocknungsgases und des Schüttgutes über den Querschnitt des Schüttgut-Eintragsmoduls und entsprechend eine effiziente Trocknung des Schüttguts. Der obere Bereich des Wärmetauschermoduls kann bei einer solchen Konstruktion gut für eine Reinigung von der Seite her über Inspektionsöffnungen am Umfang des Schüttgut-Eintragsmoduls bzw. des Wärmetauschermoduls zugänglich sein. Die Trichter können als runde oder auch als rechteckige Konen mit runden oder rechteckigen Ausgabeöffnungen ausgeführt sein. Mehrere derartiger Konen können ineinander liegend, insbesondere konzentrisch ineinander liegend, angeordnet sein, sodass sich ringförmig umlaufende Ausgabeöffnungen für das Schüttgut ergeben. Bei rechteckig ausgeführter Gehäuseform des Schüttgut-Eintragsmoduls und/oder des Wärmetauschermoduls können auch nebeneinander angeordnete Trichter mit runden Ausgabeöffnungen oder auch rechteckige Konen mit runden oder rechteckigen Ausgabeöffnungen für das Schüttgut eingesetzt sein. Das Gehäuse des Schüttgut-

Eintragsmoduls kann einen runden oder auch einen rechteckigen Querschnitt aufweisen. Der mindestens eine Trichter kann eine schlitzförmige Ausgabeöffnung aufweisen. Der mindestens eine Trichter kann eine ringförmig umlaufende Ausgabeöffnung aufweisen, die rund oder rechteckig gestaltet sein kann. Hierbei kann insbesondere innerhalb des Rings ein für Schüttgut undurchlässiges Zentrum vorgesehen sein. Diese Gestaltungen ermöglichen eine Verteilung des Schüttguts innerhalb des Schüttgut-Eintragsmoduls, die an jeweils gestellte Anforderungen angepasst sein kann. Soweit mehrere Trichter in dem Konusabschnitt vorhanden sind, können zwischen den Trichtern Verbindungsleitungen für das Trocknungsgas vorhanden sein, um die das Schüttgut herumfließen kann. Eine derartige Verbindungsleitung kann als dreiecksförmiges Dach ausgeführt sein. Mit dem Schüttgut-Füllstandssensor, der im Schüttgut-Eintragsmodul angeordnet ist, kann ein gleichmäßiger Durchsatz des Wärmetauschermoduls bei gleichbleibender Verweilzeit im Wärmetauschermodul sichergestellt werden. Dies begünstigt einen gleichmäßigen Kühleffekt. Ein unerwünschtes Überfüllen oder auch ein unerwünschtes Entleeren des Schüttgut-Eintragsmoduls kann so verhindert sein.

5
10
15
20
25
30

[0007] Eine Ausgestaltung nach Anspruch 2, bei der das Schüttgut-Eintragsmodul als Produktpuffer, also als Schüttgut-Puffer ausgebildet ist, stellt einen gleichmäßigen Durchsatz des Wärmetauschermoduls bei gleichbleibender Verweilzeit im Wärmetauschermodul sicher. Dies begünstigt einen gleichmäßigen Kühleffekt.

35
40

[0008] Eine separate Ausführung nach Anspruch 3 kann mit einer Dosiereinrichtung in der verbindenden Förderleitung ausgestattet sein. Bei der Dosiereinrichtung kann es sich um eine Zellenradschleuse handeln. Die Dosiereinrichtung kann, soweit ein Schüttgut-Füllstandssensor vorgesehen ist, mit diesem in Signalverbindung stehen. Auf diese Weise ist ein geregelter Durchsatz des Schüttgut-Eintragsmoduls möglich. Entsprechend kann auch eine Dosiereinrichtung in Förderrichtung nach dem Wärmetauschermodul mit dem Schüttgut-Füllstandssensor in Signalverbindung stehen, sodass ein geregelter Durchsatz der gesamten Kühlvorrichtung realisiert sein kann.

45
50
55

[0009] Ein Austragsabschnitt des Schüttgut-Eintragsmoduls kann als einfacher Konus, als Doppelkonus oder als Mehrfachkonus mit integriertem Sammelraum ausgeführt sein. Ein Austragsabschnitt des Schüttgut-Eintragsmoduls kann auch als Konus bzw. Trichter mit ringförmig umlaufendem Trichterausgang ausgeführt sein. Bei der Ausführung als Doppel- oder Mehrfachkonus können mehrere ineinander liegend angeordnete Trichter vorhanden sein, sodass sich mehrere ineinander liegende ringförmige, insbesondere kreisringförmige Auslauf- bzw. Ausgangsöffnungen für das Schüttgut ergeben. Bei der Ausführung mit Sammelraum kann in diesen ein einziger Trichter oder eine Mehrzahl von Trichtern einmünden.

[0010] Eine Ausgestaltung nach Anspruch 4 ermög-

licht eine kompakte Anordnung der Kühlvorrichtung in einer Anlagenumgebung.

[0011] Eine Ausführung nach Anspruch 5 ist besonders kompakt. Das Trocknen und das Kühlen können in ein und demselben Modulgehäuse stattfinden. Auch das Schüttgut-Austragsmodul kann als Abschnitt des gemeinsamen Modulgehäuses der Kühlvorrichtung ausgeführt sein. In der Regel ist das Schüttgut-Austragsmodul als Abschnitt des Gehäuses des Wärmetauschermoduls ausgeführt.

[0012] Eine Trichteranordnung nach Anspruch 6 ermöglicht einen Konusabschnitt mit vorteilhaft niedriger Bauhöhe bei vorgegebener Verteilungsleistung. Eine weitere Gas-Zuführleitung nach Anspruch 7 ermöglicht eine weitergehende Trocknung des Schüttguts beim Durchleiten von diesem durch das Wärmetauschermodul. Die weitere Gas-Zuführleitung kann mit einer Kühleinheit für das Trocknungsgas kommunizieren. Dies erhöht die Trocknungsleistung des Trocknungsgases, so dass dieses auch dann noch trocknend wirkt, wenn das Schüttgut im Wärmetauschermodul bereits abgekühlt ist. Zudem kann die Kühleinheit verhindern, dass das abgekühlte Schüttgut unerwünscht durch das Trocknungsgas aufgewärmt wird.

[0013] Eine gemeinsame Gasquelle nach Anspruch 8 führt zu einer effizienten Trocknungsgasversorgung.

[0014] Mindestens eine Drosseleinheit nach Anspruch 9 ermöglicht eine geführte Gasmengenvorgabe in der mindestens einen Gas-Zuführleitung. Bei mehreren Gas-Zuführleitungen kann mit Hilfe der mindestens einen Drosseleinheit oder mit Hilfe einer Mehrzahl von Drosseleinheiten auch eine Verteilung des Trocknungsgases auf die verschiedenen Gas-Zuführleitungen vorgegeben werden.

[0015] Die eingangs genannte Aufgabe ist zudem gelöst durch ein Verfahren nach Anspruch 10.

[0016] Die Vorteile dieses Verfahrens entsprechen denen, die vorstehend unter Bezugnahme auf die erfindungsgemäße Kühlvorrichtung bereits erläutert wurden. Es kann vor dem Trocknen Schüttgut mit einer Restfeuchte bereitgestellt werden, die nicht größer ist als 3 %. Die Restfeuchte des Schüttguts vor dem Trocknen kann maximal 1 % oder auch maximal 0,5 % betragen. Eine Trocknungszeit bzw. eine Verweilzeit des Schüttguts in einem Trocknungsmodul kann größer sein als 2 min, kann größer sein als 3 min, kann größer sein als 5 min, kann größer sein als 10 min, kann größer sein als 20 min, kann 30 min betragen und kann auch größer sein als 30 min. Die Trocknungszeit ist dabei diejenige Zeit, in der das Trocknungsgas auf das Schüttgut einwirkt, das Schüttgut also mit dem Trocknungsgas beaufschlagt ist. Das Verfahren kann unter Einsatz der erfindungsgemäßen Kühlvorrichtung eingesetzt werden. In diesem Fall stellt das Schüttgut-Eintragsmodul der erfindungsgemäßen Kühlvorrichtung das Trocknungsmodul dar. Die Verweilzeit kann solange sein, dass die Feuchte des Schüttguts beim Trocknen um mehr als 300 ppm, um mehr als 500 ppm oder auch um mehr als 1.000 ppm

verringert wird. Das Schüttgut kann während des Trocknens temperiert vorliegen. Die Trocknungstemperatur kann im Bereich zwischen 50°C und 180°C, kann im Bereich zwischen 80°C und 160°C und kann insbesondere im Bereich zwischen 80°C und 130°C, z. B. bei 100°C, liegen. Die Trocknung kann durch einen Diffusionsprozess stattfinden, bei dem das Schüttgut im Bereich der Partikeloberflächen getrocknet wird. Durch das zusätzliche Durchleiten von Trocknungsgas durch das Schüttgut während des Kühlens lässt sich die Trocknungsleistung weiterhin erhöhen. Bevorzugt wird während des Kühlens gekühltes Trocknungsgas eingesetzt.

[0017] Eine Gegenstromführung nach Anspruch 11 führt zu einer besonders effizienten Trocknung des Schüttguts.

[0018] Ein Sichten des Schüttguts nach Anspruch 12 führt zu einem behandelten Schüttgut als Verfahrensergebnis mit einer vorgegebenen Korngrößenverteilung ohne Fraktion mit unerwünscht kleinen Schüttgut- oder Staubpartikeln. Zudem kann ein Schüttgutsichten zu einer Verlängerung der Standzeit führen, wie vorstehend im Zusammenhang mit der Vorrichtung bereits erläutert wurde.

[0019] Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nachfolgend anhand der Zeichnung näher erläutert. In dieser zeigen:

Figur 1 schematisch in einer Übersicht eine Vorrichtung zum Kühlen von Schüttgut, wobei ein Schüttgut-Eintragsmodul und ein Schüttgut-Wärmetauschermodul als separate Einrichtungen ausgeführt sind, die über eine Förderleitung miteinander verbunden sind;

Figur 1a einen Austragsabschnitt des Eintragsmoduls, der alternativ zu einem in der Figur 1 dargestellten Austragsabschnitt zum Einsatz kommen kann;

Figur 1b einen Austragsabschnitt des Eintragsmoduls, der alternativ zu dem in der Figur 1 dargestellten Austragsabschnitt zum Einsatz kommen kann;

Figur 2 eine weitere Ausführung einer Vorrichtung zum Kühlen von Schüttgut, wobei ein Schüttgut-Eintragsmodul und ein Schüttgut-Wärmetauschermodul als Abschnitte eines gemeinsamen Modulgehäuses der Kühlvorrichtung ausgeführt sind, wobei das Schüttgut-Eintragsmodul, das Schüttgut-Wärmetauschermodul sowie ein Schüttgut-Austragsmodul schematisch in einem Längsschnitt dargestellt sind;

Figur 3 eine weitere Ausführung eines Schüttgut-Eintragsmoduls für die Ausgestaltung nach Figur 2;

- Fig. 3a eine Aufsicht auf einen Konusabschnitt des Schüttgut- Eintragsmoduls nach Fig. 3;
- Figur 4 schematisch einen Längsschnitt durch einen Konusabschnitt eines Schüttgut-Eintragsmoduls nach Art desjenigen der Figur 2;
- Figur 5 eine Aufsicht auf den Konusabschnitt gemäß Blickrichtung 1 in Figur 4; und
- Figur 6 in einer zu Figur 5 ähnlichen Darstellung eine Aufsicht auf eine weitere Ausführung eines Konusabschnittes für eine weitere Variante eines Schüttgut-Eintragsmoduls.

[0020] Figur 1 zeigt eine Ausführung einer Vorrichtung 1 zum Kühlen von Schüttgut. Die Kühlvorrichtung 1 hat ein Schüttgut-Eintragsmodul 2, das als Produkt-Pufferbehälter ausgeführt ist. Das Eintragsmodul 2 stellt einen Vortrocknungsbehälter dar. Ein Austragsabschnitt 3 des Schüttgut-Eintragsmoduls 2 verjüngt sich konusförmig. Im Austragsabschnitt 3 ist ein Schüttgut-Verteilerkonus 4 zentral angeordnet und in nicht dargestellter Weise an einer Behälterwand des Schüttgut-Einsatzmoduls festgelegt. Der Schüttgut-Verteilerkonus 4 läuft nach oben, also entgegen einer Schüttgut-Förderrichtung 5, spitz zu. Mit anderen Worten erweitert sich der Schüttgut-Verteilerkonus 4 in der Förderrichtung 5. In der Förderrichtung 5 direkt unterhalb des Schüttgut-Verteilerkonus 4 endet ein vertikal verlaufender Zuführabschnitt 6 einer ansonsten horizontal verlaufenden Gas-Zuführleitung 7 zur Einleitung eines Trocknungsgases für das in das Schüttgut-Eintragsmodul geförderte Schüttgut. In der Gas-Zuführleitung 7 ist ein Gebläse 8 angeordnet, das von einem Motor 9 angetrieben ist. Anstelle des Gebläses 8 kann auch ein Druckluftherzeuger zum Einsatz kommen. Eine vom Gebläse 8 aus der Umgebung angesaugte Menge des Trocknungsgases kann über eine verstellbare Drossel (nicht dargestellt) oder über eine Drehzahlregelung des Gebläses 8 variabel vorgegeben werden. Die Drossel ist in der Gas-Zuführleitung 7 im Strömungsweg nach dem Gebläse 8 angeordnet. An einem Ansaugende der Gas-Zuführleitung 7 ist ein Filter 10 zur Eingangs-Reinigung des über das Gas-Zuführleitung 7 im Schüttgut-Eintragsmodul 2 zugeführten Trocknungsgases angeordnet.

[0021] Der Austragsabschnitt 3 des Schüttgut-Eintragsmoduls 2 mündet in eine Schüttgut-Förderleitung 11. Letztere verbindet das Schüttgut-Eintragsmodul 2 mit einem Schüttgut-Wärmetauschermodul 12 der Kühlvorrichtung 1. In der Schüttgut-Förderleitung 11 ist eine Zellenradschleuse 13 als Schüttgut-Dosiereinrichtung und zur Druckabdichtung angeordnet. Ein Zellenrad 14 der Zellenradschleuse 13 wird von einem Motor 15 angetrieben.

[0022] Der Aufbau des Schüttgut-Wärmetauschermoduls ist vom Prinzip her bekannt aus der DE 10 2004 041 375 A1 und der DE 10 2007 027 967 A1. Das Wärme-

tauschermodul 12 hat einen Wärmetauscherabschnitt 16. Durch diesen führt eine Mehrzahl von Wärmetauscherrohren 17 zur Durchförderung des im Wärmetauschermodul 12 zu kühlenden Schüttguts durch den Wärmetauscherabschnitt 16. Bei der dargestellten Ausführung erfolgt diese Durchförderung durch gravimetrischen Durchfluss des Schüttguts durch den Wärmetauscherabschnitt 16. Miteinander in Verbindung stehende Zwischenräume 18 zwischen den Wärmetauscherrohren 17 stehen mit einem schematisch dargestellten Einlassstutzen 19 zum Einleiten eines Kühlmediums und mit einem ebenfalls schematisch dargestellten Auslassstutzen 20 zum Ausleiten des Kühlmediums aus den Zwischenräumen 18 in Fluidverbindung. Die Wärmetauscherrohre 17 stellen also Wärmetauscher-elemente dar, die über die Zwischenräume 18 in thermischem Kontakt mit dem Kühlmedium stehen. Das Kühlmedium wird durch den Wärmetauscherabschnitt 16 im Gegenstrom zur Schüttgut-Förderrichtung 5 geleitet.

[0023] In der Förderrichtung 5 vor dem Wärmetauscherabschnitt 16 hat das Wärmetauschermodul 12 einen eigenen Schüttgut-Pufferabschnitt 21. In diesen mündet die Förderleitung 11 ein. Dem Wärmetauscherabschnitt 16 in der Förderrichtung 5 nachgeordnet ist ein Austragsmodul der Kühlvorrichtung 1 in Form eines Austragsabschnitts 22 des Wärmetauschermoduls 12, der vergleichbar zum Austragsabschnitt 3 des Eintragsmoduls 2 in der Förderrichtung 5 konisch sich verjüngend verläuft. Der Pufferabschnitt 21, der Wärmetauscherabschnitt 16 und der Austragsabschnitt 22 sind Abschnitte eines gemeinsamen Modulgehäuses 23 des Wärmetauschermoduls 12.

[0024] In den Austragsabschnitt 22 mündet eine weitere Gas-Zuführleitung 24 zur Einleitung von Schüttgut-Trocknungsgas im Gegenstrom zur Förderrichtung 5 durch das Wärmetauschermodul 12. In der weiteren Gas-Zuführleitung 24 angeordnet ist ein weiteres Gebläse 25 zur Trocknungsgasförderung, das von einem Motor 26 angetrieben ist. Stromaufwärts des Gebläses 25 ist in der weiteren Gas-Zuführleitung 24 ein Kondensatabscheider 27 angeordnet. Wiederum stromaufwärts des Kondensatabscheidungers 27 ist in der weiteren Gas-Zuführleitung 24 ein als Wärmetauscher ausgeführter Ansaugkühler 28 angeordnet. Stromaufwärts des Ansaugkühlers 28 ist an einem Ansaugende der weiteren Gas-Zuführleitung 24 wiederum ein Filter 29 zur Eingangs-Reinigung der über die weitere Gas-Zuführleitung 24 dem Wärmetauschermodul 12 zugeführten Trocknungsgasmenge angeordnet. Auch in der Gas-Zuführleitung 24 kann eine verstellbare Drossel angeordnet sein, mit der die vom Gebläse 25 aus der Umgebung angesaugte Menge des Trocknungsgases variabel vorgegeben werden kann.

[0025] Der Austragsabschnitt 22 mündet in eine Schüttgut-Austragsleitung 30. In dieser ist als Austrags-Dosiereinrichtung eine weitere Zellenradschleuse 31 angeordnet, deren Zellenrad 32 von einem weiteren Motor 33 angetrieben ist.

[0026] Anstelle der Zellenradschleusen 13, 31 können prinzipiell auch Schieber oder Förderschnecken als Dosiereinrichtungen zum Einsatz kommen.

[0027] Die Motoren 9, 15, 26, 33 und der Ansaugkühler 28 sowie eine nicht näher dargestellte Fördereinrichtung für das durch den Wärmetauscherabschnitt 16 geleitete Kühlmedium werden von einer nicht dargestellten zentralen Steuereinrichtung gesteuert. Die nicht dargestellten Drosseln in den Gas-Zuführleitungen 7, 24 können alternativ ebenfalls als motorisch verstellbare Ventile oder Klappen, insbesondere als Regelventile oder Regelklappen, ausgeführt sein und können dann ebenfalls von der zentralen Steuereinrichtung gesteuert sein.

[0028] Ein Behandlungsverfahren für Schüttgut läuft bei der Kühlvorrichtung 1 folgendermaßen ab: Zunächst wird das Schüttgut in das Eintragsmodul 2 eingefüllt bzw. durch Verlangsamung der Zellenrad-Drehzahl an der Zellenradschleuse 31 angestaut. Mittels der Durchleitung des Trocknungsgases wird das Schüttgut im Gegenstrom zur Förderrichtung 5 durch das Eintragsmodul 2 getrocknet. Das Trocknungsgas, das aus dem Zuführabschnitt 6 austritt, wird vom Schüttgut-Verteilerkonus 4 zunächst radial nach außen abgelenkt (vgl. Richtungspfeil 34), sodass das Schüttgut, das im Austragsabschnitt 3 des Eintragsmoduls 2 am Verteilerkonus 4 vorbeifließt, gleichmäßig und vollständig mit dem Trocknungsgas beaufschlagt wird. Nach dem Trocknen bei der Durchleitung durch das Eintragsmodul 2 wird das Schüttgut mit Hilfe der Zellenradschleuse 13 hin zum Wärmetauschermodul 12 gefördert. Dort wird das Schüttgut im Wärmetauscherabschnitt 16 abgekühlt. Das Kühlen erfolgt dabei hauptsächlich durch Kontakt des Schüttgutes mit den Rohrwänden der Wärmetauscherrohre 17, die wiederum vom Kühlmedium gekühlt sind. Gleichzeitig wird das Schüttgut im Wärmetauschermodul 12 mit Hilfe des gekühlten Trocknungsgases, das über die weitere Gas-Zuführleitung 24 zugeführt wird, im Gegenstrom zur Förderrichtung 5 weiter getrocknet.

[0029] In den verschiedenen Schüttgut-Pufferabschnitten können Einbauten vorgesehen sein, die eine Relativbewegung der Schüttgutpartikel untereinander herbeiführen. Derartige Einbauten können zum Beispiel Lochbleche, Gitterroste oder anders gestaltete Konstruktionen sein, die eine solche Umlagerung durch Relativbewegung der Schüttgutpartikel untereinander bewirken.

[0030] Als Schüttgut können Düngemittel, Salze, Biomasse oder Zucker zum Einsatz kommen.

[0031] Als Düngemittel können insbesondere zum Einsatz kommen:

- ASS-Ammonium-Sulphat-Salpeter
- Harnstoff (UREA) und harnstoffbasierte Düngemittel
- Düngemittel, die auf Ammonium-Salzen beruhen, insbesondere AN (Ammonium-Nitrat)-Dünger und AS (Ammoniumsulfat)-Dünger
- NPK (Stickstoff Phosphor Kalium)-Dünger oder NP (Stickstoff Phosphor)-Dünger

- CAN-Dünger (Calzium-Ammonium-Nitrat)
- Dünger auf Phosphatbasis
- SSP (Single Super Phosphat)
- MAP (Monoammonium Phosphat)
- DAP (Diammonium Phosphat)
- TSP (Triple Super Phosphat)
- Pottasche und Gemische derselben
- Gemische aus den oben genannten Düngemitteln
- organischer Dünger

[0032] Diese Düngemittel können auch beschichtet sein bzw. es kann diesen Düngemitteln ein Fließhilfsmittel zugegeben sein.

[0033] Das Schüttgut kann in Form von Kristallen, Pellets oder Prills vorliegen.

[0034] Das Schüttgut wird dem Eintragsmodul 2 mit einer Restfeuchte zugeführt, die nicht größer ist als 3 %. Die Restfeuchte des bereitgestellten Schüttguts kann alternativ nicht größer sein als 1 % oder auch nicht größer sein als 0,5 %. Eine Trocknungs-Verweilzeit des Schüttguts im Eintragsmodul 2 ist größer als eine Minute und kann größer sein als zwei Minuten, kann größer sein als drei Minuten, kann größer sein als fünf Minuten, kann größer sein als 10 Minuten, kann größer sein als 20 Minuten, kann 30 Minuten betragen und kann auch größer sein als 30 Minuten.

[0035] Die Trocknung des Schüttgutes im Eintragsmodul 2 vor dem Wärmetauschen im Wärmetauschermodul 12 verhindert ein Anbacken von Schüttgut im Wärmetauschermodul 12. Als Trocknungsgas kann Luft oder auch Stickstoff zum Einsatz kommen.

[0036] Alternativ zu den Wärmetauscherrohren 17 können im Wärmetauscherabschnitt 16 auch Wärmetauscherplatten angeordnet sein, wie beispielsweise in der Figur 2 der EP 0 444 338 B1 dargestellt. Als Wärmetauscherelemente können auch horizontal und/oder quer zur Förderrichtung 5 durch den Wärmetauscherabschnitt 16 verlaufende und vom Kühlmedium durchströmte Rohre eingesetzt sein. Diese Rohre können unterschiedliche Querschnittsformen haben und beispielsweise einen ovalen oder viereckigen Querschnitt haben.

[0037] Figuren 1a und 1b zeigen zwei Alternativen von Austragsabschnitten 35, 36, die anstelle des Austragsabschnitts 3 beim Schüttgut-Eintragsmodul 2 zum Einsatz kommen können. Komponenten, die denjenigen entsprechen, die vorstehend unter Bezugnahme auf die Figur 1 bereits erläutert wurden, tragen die gleichen Bezugsziffern und werden nicht nochmals im Einzelnen erläutert.

[0038] Der Austragsabschnitt 35 nach Figur 1a hat einem Pufferabschnitt 37 des Eintragsmoduls 2 direkt nachfolgend zunächst einen Konus-Teilabschnitt 38. Dieser hat einen ringförmig umlaufenden Konus bzw. Trichter 39, der in der Förderrichtung 5 sich trichterförmig hin zu einem kreisförmigen Trichterausgang 41 für das Schüttgut verjüngt. An den Konus-Teilabschnitt 38 schließt sich in der Schüttgutförderrichtung 5 an einen Sammelraum-Teilabschnitt 42, der ebenfalls konusför-

mig gestaltet ist. In den Sammelraum-Teilabschnitt 42 mündet von der Seite her die Gas-Zuführleitung 7 ein. Der sich konisch verjüngende Sammelraum-Teilabschnitt 42 mündet in die Schüttgut-Förderleitung 11.

[0039] Beim Einsatz des Austragsabschnitts 35 nach Figur 1a strömt das Trocknungsgas aus der Gas-Zuführleitung 7 zunächst in einen äußeren Ringraum 40 im Inneren des Sammelraum-Teilabschnitts 42 und von dort im Gegenstrom zur Schüttgut-Förderrichtung 5 durch den kreisringförmigen Trichterausgang 41 in der Figur 1a nach oben, also durch ringförmigen Konus und den weiteren Konus-Teilabschnitt 38 und nachfolgend durch den Pufferabschnitt 37 des Eintragsmoduls 2.

[0040] Der Austragsabschnitt 36 nach Figur 1b ist als Doppelkonus mit zwei hintereinander liegenden Konus-Teilabschnitten 43, 44 ausgeführt. Der in der Förderrichtung 5 erste Konus-Teilabschnitt 43 verjüngt sich hin zu einem Trichterausgang 45. Letzterer liegt innerhalb des nachgeordneten zweiten Konus-Teilabschnitts 44, der einen Sammelraum darstellt. Der zweite Konus-Teilabschnitt 44 verjüngt sich konusförmig hin zur Schüttgut-Förderleitung 11.

[0041] Beim Trocknen des Schüttguts strömt das Trocknungsgas von der Gas-Zuführleitung 7 zunächst in den zweiten Konus-Teilabschnitt 44, also in den Sammelraum der Ausführung nach Figur 1b. Anschließend strömt das Trocknungsgas im Gegenstrom zur Schüttgut-Förderrichtung 5 durch den Trichterausgang 45 in den Konus-Teilabschnitt 43 und von diesem in den Pufferabschnitt 37 des Eintragsmoduls 2 nach Figur 1b.

[0042] Der Pufferabschnitt 37 kann auch einen dem Austragsabschnitt 3 vorgeordneten Schüttgut-Lagerbehälter, beispielsweise ein Lagersilo, darstellen. Figur 2 zeigt eine weitere Ausführung einer Kühlvorrichtung 46. Komponenten, die denjenigen entsprechen, die vorstehend unter Bezugnahme auf die Figuren bereits erläutert wurden, tragen die gleichen Bezugsziffern und werden nicht nochmals im Einzelnen diskutiert.

[0043] Bei der Kühlvorrichtung 46 sind ein Schüttgut-Eintragsmodul 47 und das Wärmetauschermodul 12 Abschnitte eines gemeinsamen Modulgehäuses 48.

[0044] Schüttgut 49 gelangt von einer Siebmaschine 50 über eine Fallleitung 52 und einen Schüttgut-Eintragsstutzen 51 in das Schüttgut-Eintragsmodul 47.

[0045] Der Aufbau des Schüttgut-Eintragsmoduls 47 entspricht demjenigen des Pufferabschnitts 37 mit nachgeordnetem Konus-Teilabschnitt 38 der Ausgestaltung nach Figur 1a. Der kreisringförmig umlaufende Trichterausgang 41 des kreisringförmigen Konus bzw. Trichters 39 des Konusabschnitts 38 des Schüttgut-Eintragsmoduls 47 münden direkt in den Schüttgut-Pufferabschnitt 21 des Schüttgut-Wärmetauschermoduls 12 aus. In diesen Schüttgut-Pufferabschnitt 21 des Wärmetauschermoduls 12 mündet seitlich ein Gas-Zuführstutzen 55 ein, der wiederum mit einer Gas-Zuführleitung 56 zur Einleitung des Trocknungsgases kommuniziert. Die Gas-Zuführleitung 56 der Ausführung nach Figur 2 entspricht der Gas-Zuführleitung 7 der Ausführung nach Figur 1. In

der Gas-Zuführleitung 56 ist eine manuell betätigbare Handklappe 57 als Drosseleinheit zur Vorgabe einer Gasmenge in der Gas-Zuführleitung 56 vorgesehen. Stromaufwärts der Handklappe 57 ist zur zusätzlichen Vorgabe der Trocknungsgasmenge eine verstellbare Blende 58 angeordnet. Die Blende 58 kann auch alternativ zur Handklappe 57 zur Vorgabe der Trocknungsgasmenge eingesetzt sein.

[0046] Der Pufferabschnitt 21 hat mindestens eine Bauhöhe derart, dass ein äußerer Bereich des Wärmetauschermoduls 12 gerade noch mit Schüttgut selbsttätig über den Schüttwinkel befüllt wird. Um diese Befüllung des äußeren Bereichs des Wärmetauschersmoduls 12 sicherzustellen, wird die Bauhöhe des Pufferabschnitts 21 200 mm bis 500 mm größer gewählt als diese Mindesthöhe. Der Pufferabschnitt 21 wird so konstruiert, dass über den Pufferabschnitt 21 das Wärmetauschermodul 12 von oben her über nicht dargestellte seitliche Inspektionsöffnungen zur Reinigung und Inspektion zugänglich ist.

[0047] Zusätzlich zum Schüttgut-Eintragsstutzen 51 ist ein Gas-Absaugstutzen 59 mit nachgeordneter Absaugleitung 60 angeordnet. In der Absaugleitung 60 ist ein Sauggebläse 61 angeordnet. Vor dem Sauggebläse 61 kann in der Absaugleitung 60 noch ein Filter angeordnet sein, um eine Verschmutzung des Sauggebläses 61 zu verhindern.

[0048] Im Austragsabschnitt 22 des Wärmetauschermoduls 12 ist ein dachförmiger Schüttgut-Verteilerkonus 62 angeordnet. Direkt unterhalb des Verteilerkonus 62 mündet in den Austragsabschnitt 22 seitlich ein weiterer Gas-Zuführstutzen 63 ein, der mit einer weiteren Gas-Zuführleitung 64 kommuniziert, deren Funktion der weiteren Gas-Zuführleitung 24 bei der Ausführung nach Figur 1 entspricht. In der weiteren Gas-Zuführleitung 64 ist wiederum eine manuell betätigbare Handklappe 65 angeordnet. Stromaufwärts einerseits der Blende 58 und andererseits der Handklappe 65 vereinigen sich die beiden Zuführleitungen 56 und 64 an einem Verteilerpunkt 66. Stromaufwärts des Verteilerpunktes 66 ist eine Haupt-Gas-Zuführleitung 67 angeordnet. Die beiden Gas-Zuführleitungen 56, 64 werden also von einer gemeinsamen Gasquelle gespeist. In der Haupt-Gas-Zuführleitung 67 ist stromaufwärts des Verteilerpunktes 66 ein Gebläse 68 angeordnet, das von einem Motor 69 angetrieben ist. Stromaufwärts des Gebläses 68 ist in der Haupt-Gas-Zuführleitung 67 ein Kondensatscheider 70 angeordnet. Stromaufwärts von diesem ist in der Haupt-Gas-Zuführleitung 67 ein Ansaugkühler 71 angeordnet. Wiederum stromaufwärts von diesem ist im Bereich eines Ansaugendes der Haupt-Gas-Zuführleitung 67 ein Filter 72 zur Reinigung des angesaugten Trocknungsgases angeordnet.

[0049] Im Pufferabschnitt 37 des Schüttgut-Eintragsmoduls 47 ist eine Messlanze 73 eines Füllstandstransmitters 74 angeordnet. Diese beiden Komponenten stellen einen Schüttgut-Füllstandssensor für den Pufferabschnitt 37 dar. Über einen Regelkreis 75 sind der Motor

33 der Zellenradschleuse 31 in der Schüttgut-Austragsleitung 30 einerseits und der Füllstandstransmitter 74 andererseits miteinander verbunden.

[0050] Eine Behandlung des Schüttgutes 49 erfolgt mit der Kühlvorrichtung 46 folgendermaßen: Das Schüttgut 49 gelangt über die Siebmaschine 50 und den Schüttgut-Eintragsstutzen 51 in das Schüttgut-Eintragsmodul 47. Das Schüttgut 49 fließt dann durch den Pufferabschnitt 37 und den Konusabschnitt 38 und durch den kreisringförmigen Trichterausgang 41 in den Schüttgut-Pufferabschnitt 21 des Wärmetauschermoduls 12. Während des Weges zwischen dem Eintragsstutzen 51 und dem Pufferabschnitt 21 wird das Schüttgut mittels der Durchleitung des Trocknungsgases über die Gas-Zuführleitung 56 getrocknet. Das Trocknungsgas tritt über den Gas-Zuführstutzen 55 in den Schüttgut-Pufferabschnitt 21 (vgl. Richtungspfeil 76) des Wärmetauschermoduls 12 ein, der gleichzeitig einen Sammelraum für das Trocknungsgas darstellt. Von dort strömt das Trocknungsgas (vgl. Richtungspfeil 77) durch den Trichterausgang 41 des kreisringförmig umlaufenden Konus 39 des Konusabschnitts 38 und weiter über den Pufferabschnitt 37. Das Trocknungsgas wird über den Gas-Absaugstutzen 59 und die Absaugleitung 60 abgesaugt (vgl. Pfeile). Wie in der Figur 2 bei 87 gestrichelt angedeutet, kann das Trocknungsgas im Kreislauf geführt sein. Die Absaugleitung 60 steht dann mit der Haupt-Gas-Zuführleitung 67 in Fluidverbindung. Zwischen dem Gas-Absaugstutzen 59 und dem Sauggebläse 61 kann dann noch ein Abscheiderzyklon und/oder ein Staubfilter zur Abscheidung von Staubpartikeln und entsprechender Reinigung des Trocknungsgases angeordnet sein.

[0051] Das auf diese Weise getrocknete bzw. vorge-trocknete Schüttgut wird anschließend im Wärmetauschermodul 12 gekühlt, während es durch die Wärmetauscherrohre 17 des Wärmetauscherabschnitts 16 fließt. Während der Strömung des Schüttguts durch den Wärmetauscherabschnitt 16 einerseits und durch den nachfolgenden Austragsabschnitt 22 andererseits wird das Schüttgut über das weitere Trocknungsgas, das über die weitere Gas-Zuführleitung 64 zugeführt wird, weitergetrocknet. Dieses weitere Trocknungsgas strömt über den Gas-Zuführstutzen 63 in das Innere des Austragsabschnitts 22 ein. Der Verteilerkonus 62 sorgt dabei dafür, dass das Schüttgut, das durch den Austragsabschnitt 22 gefördert wird, vergleichmäßig und möglichst homogen mit dem weiteren Trocknungsgas beaufschlagt ist (vgl. Richtungspfeil 78).

[0052] Vor dem kreisringförmigen Trichter 39 kann im Eintragsmodul-Pufferabschnitt 37 auch ein statisches Sieb als Agglomeratfänger angeordnet sein. Ein derartiger Agglomeratfänger kann auch im Pufferabschnitt 21 angeordnet sein.

[0053] Über den Füllstandstransmitter 74, den Regelkreis 75 und den Motor 33 für die Zellenradschleuse 31 wird sichergestellt, dass der Füllstand im Eintragsmodul-Pufferabschnitt 37 im Bereich einer vorgegebenen Füllstands-Bandbreite bleibt. Um ein Überfüllen oder ein un-

gewolltes Entleeren des Pufferabschnitts 37 zu erkennen und zu vermeiden, kann über den Füllstandstransmitter 74 auch ein maximal zulässiger Füllstand und ein minimal zulässiger Füllstand abgefragt werden. Diese Überwachung eines maximal zulässigen Füllstandes und eines minimal zulässigen Füllstandes kann alternativ auch durch zwei separate Füllstandsmelder anstelle des Füllstandstransmitters 74 erfolgen.

[0054] Figur 3 zeigt eine weitere Variante eines Schüttgut-Eintragsmoduls 79, das anstelle des Schüttgut-Eintragsmoduls 47 nach Figur 2 zum Einsatz kommen kann. Komponenten, die denjenigen entsprechen, die vorstehend unter Bezugnahme auf die Figuren bereits erläutert wurden, tragen die gleichen Bezugsziffern und werden nicht nochmals im Einzelnen diskutiert.

[0055] Dem Schüttgut-Eintragsstutzen in der Schüttgut-Förderrichtung 5 nachgeordnet ist beim Schüttgut-Eintragsmodul 79 ein Streuteller 80. Dieser hat einen Durchmesser, der etwas größer ist als derjenige des Eintragsstutzens 51. Der Streuteller 80 hat eine Auftreffwand 81, die von einem Zentrum des Streutellers 80 ausgehend nach außen hin konisch abfällt. Der Streuteller 80 ist in nicht näher dargestellter Weise relativ zum Eintragsstutzen 51 in Position gehalten. Der Streuteller 80 kann im Betrieb der Kühlvorrichtung mit dem Eintragsmodul 79 stillstehen oder, wie in der Figur 3 durch einen Richtungspfeil 82 angedeutet, um eine in der Figur 3 vertikale Achse 83 über einen nicht dargestellten Motor angetrieben rotieren, die durch das Zentrum des Streutellers 80 verläuft.

[0056] Dem Pufferabschnitt 37 des Eintragsmoduls 79 nachgeordnet ist ein Konusabschnitt 83 mit insgesamt zwei konzentrisch ineinander kreisringförmig angeordneten Konen bzw. Trichtern 84, 85. Die Trichter 84, 85 verjüngen sich in der Förderrichtung 5 hin zu konzentrisch ineinander liegenden, ringförmig umlaufenden Trichterausgängen 41, 86 (vergleiche Fig. 3a) und münden im Schüttgut-Pufferabschnitt 21 des Wärmetauschermoduls 12 aus. Seitlich versetzt zum zentralen Schüttgut-Eintragsstutzen 51 ist in einer Deckelwand 88 des Modulgehäuses 48 der Ausführung nach Figur 3 ein Trocknungsgas-Auslassstutzen 89 angeordnet. Dieser kommuniziert mit einer Absaugleitung 90, deren Funktion derjenigen der Absaugleitung 60 bei der Ausführung nach Figur 2 entspricht. In der Absaugleitung 90 ist das Sauggebläse 61 angeordnet.

[0057] Das bei der Ausführung nach Figur 3 über den Eintragsstutzen 51 zugeführte Schüttgut 49 wird über den Streuteller 80 über den gesamten Querschnitt des Pufferabschnitts 37 des Schüttgut-Eintragsmoduls 79 verteilt. Anschließend fließt das Schüttgut 49 durch die zwei Konen bzw. Trichter 84, 85 und nach Durchtritt durch deren Trichterausgänge 41, 86 in den Schüttgut-Pufferabschnitt 21 des Wärmetauschermoduls 12. Während dieses Förderweges wird das Schüttgut 49 mittels der Durchleitung des über die Gas-Zuführleitung 56 zugeführten Trocknungsgases getrocknet. Das über den Gas-Zuführstutzen 55 in den Innenraum des Schüttgut-

Pufferabschnitts 21 einströmende Trocknungsgas strömt durch die Trichterausgänge 41, 86 in die Trichter 84, 85 und von dort in den Eintragsmodul-Pufferabschnitt 37. Auch hier hat der Schüttgut-Pufferabschnitt 21 des Wärmetauschermoduls 12 also die Funktion eines Sammelraums für das Trocknungsgas. Das Trocknungsgas verlässt den Eintragsmodul-Pufferabschnitt 37 über den Trocknungsgas-Auslassstutzen 89 und die Absaugleitung 90. Im Falle eines Kreislaufsystems kann die Absaugleitung 90 wiederum mit der Gas-Zuführleitung 56 oder auch mit einer Haupt-Gas-Zuführleitung nach Art der Haupt-Gas-Zuführleitung 67 nach Figur 2 in Fluidverbindung stehen.

[0058] Der innere kreisringförmige Konus bzw. Trichter 86 kann mit dem Gas-Zuführstutzen 55 über eine eigene, in der Fig. 3 nicht dargestellte Zuführleitung verbunden sein. Dies stellt sicher, dass das Trocknungsgas auch durch den inneren kreisringförmigen Konus 86 strömt.

[0059] Anhand der Figuren 4 bis 6 werden weitere Ausführungen von Konusabschnitten erläutert, die anstelle der Konusabschnitte 38 und 83 zum Einsatz kommen können. Komponenten, die denjenigen entsprechen, die vorstehend unter Bezugnahme auf die Figuren bereits erläutert wurden, tragen die gleichen Bezugsziffern und werden nicht nochmals im Einzelnen diskutiert.

[0060] Ein Konusabschnitt 91 nach den Figuren 4 und 5 hat mindestens zwei Schlitztrichter 92, 93 mit schlitz- bzw. längsförmigen Ausgangsöffnungen 94, die in der Figur 5 in einer Aufsicht dargestellt sind. Diese Ausgangsöffnungen 94 dienen einerseits zum Durchtritt des Schüttguts in der Förderrichtung 5 und andererseits zum Durchtritt des Trocknungsgases in der Gegenrichtung.

[0061] Die Funktion des Konusabschnitts 91 entspricht ansonsten der Funktion des Konusabschnitts 38 nach Figur 2.

[0062] Ein Konusabschnitt 95 nach Figur 6 weist einen äußeren, rechteckig umlaufenden Konusring 96 auf, der in der Förderrichtung 5, die in der Figur 6 von oben her senkrecht durch die Zeichenebene verläuft, nach innen hin bis zu einer rechteckig umlaufenden Ausgangsöffnung 97 abfällt. Die Ausgangsöffnung 97 begrenzt nach innen einen zentralen, pyramidenförmigen Gegenkonus 98, der sich in Gegenrichtung zur Förderrichtung 5 zum Zentrum hin verjüngt, dessen Leitwände 99 also ebenfalls zur Ausgangsöffnung 97 hin abfallen.

[0063] Die Ausgestaltung des Konusabschnitts 95 nach Figur 6 begünstigt eine gut verteilte Übergabe des Schüttguts vom Konusabschnitt 95 in den nachgeordneten Pufferabschnitt 21 und führt damit zu einer guten Trocknungsleistung durch das in Gegenrichtung zur Förderrichtung 5 durch die Ausgangsöffnung 97 strömende Trocknungsgas.

[0064] Anstelle der rechteckigen Ausgangsöffnung 97 kann auch eine kreisförmige Ausgangsöffnung vorhanden sein. In diesem Fall können der Konusring 96 und der Gegenkonus 98 auch als rotationssymmetrische Konen gestaltet sein.

[0065] Die Gasmengen in den verschiedenen Zuführleitungen können auch mit Hilfe eines nicht dargestellten Regelkreises abhängig von der zu erreichenden Trocknungsleistung vorgegeben werden. Dies kann beispielsweise abhängig vom Feuchtegrad des zugeführten Schüttguts und/oder abhängig vom zugeführten Schüttgut-Fluss, von der Schüttgut-Temperatur, von der Art des Schüttguts oder auch von anderen Parametern erfolgen.

[0066] Anstelle eines Eintrags in den Austragsabschnitt 3, in den Austragsabschnitt 22, in die Austragsabschnitte 35, 36 und in den Pufferabschnitt 21 über eine einzige Gas-Zuführleitung ist auch ein Eintrag über eine Mehrzahl derartiger Gas-Zuführleitungen möglich. Diese können in den Austragsabschnitt oder in den entsprechenden Sammelraum in verschiedenen Höhen einmünden.

[0067] Über die Absaugung mit Hilfe des Gas-Absaugstutzens 59 bei der Ausführung nach der Figur 2 oder mit Hilfe des Gas-Auslassstutzens 89 nach Figur 3 lässt sich ein Sichten des Schüttguts während des Trocknens bewerkstelligen. In der Figur 3 sind vom sonstigen Schüttgut 49 während des Sichtens abzutrennende Staubpartikel mit 100 bezeichnet. Diese Staubpartikel werden über die Absaugleitung 90 abgeführt und können später über einen Abscheiderzyklon und/oder einen Filter vom Trocknungsgas getrennt werden.

[0068] Zur Trocknung des Trocknungsgases vor dessen Einleitung in das Eintragsmodul und/oder das Wärmetauschermodul kann ein Absorptionstrockner eingesetzt werden.

Patentansprüche

1. Vorrichtung (1; 46) zum Kühlen von Schüttgut (49)
 - mit einem Schüttgut-Eintragsmodul (2; 47; 79),
 - mit einem dem Schüttgut-Eintragsmodul (2) im Förderweg des Schüttguts nachgeordneten Schüttgut-Wärmetauschermodul (12) mit einer Mehrzahl von Wärmetauscherelementen (17), die in thermischem Kontakt mit einem Kühlmedium stehen,
 - mit einem Schüttgut-Austragsmodul (22),
 - wobei in das Schüttgut-Eintragsmodul (2; 47; 79) eine Gas-Zuführleitung (7; 56) zur Einleitung eines Trocknungsgases einmündet, wobei das Schüttgut-Eintragsmodul (2; 47; 79) so ausgeführt ist, dass eine Verweilzeit des Schüttguts (49) im Schüttgut-Eintragsmodul (2; 47; 79) größer ist als 1 min,
 - wobei das Schüttgut-Eintragsmodul (2; 47; 79) einen Konusabschnitt (38; 43, 44; 83; 91; 95) aufweist, in dem das Schüttgut (49) längs mindestens eines sich in Förderrichtung verjüngenden Trichters und/oder eckigen Konus (39; 43; 84, 85; 92, 93; 96, 98) mit runder und/oder rechteckiger Ausgabeöffnung geführt ist, der zu ei-

- nem Sammelraum (42; 44; 21) des Schüttgut-Eintragsmoduls (2; 47; 79) führt,
 - wobei die Gas-Zuführleitung (7; 56) von außen direkt in den Sammelraum (42; 44; 21) einmündet, und ein unerwünschtes Anbacken des Schüttguts insbesondere an den Wärmetauscherelementen durch Vortrocknung des Schüttguts vermindert oder ganz vermeidet,
 - wobei im Schüttgut-Eintragsmodul (47) ein Schüttgut-Füllstandssensor (73, 74) angeordnet ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Schüttgut-Eintragsmodul (2; 47; 79) als Produktpuffer ausgebildet ist.
3. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Schüttgut-Eintragsmodul (2) und das Wärmetauscherelement (12) als separate Einrichtungen ausgeführt sind, die über eine Förderleitung (11) miteinander verbunden sind.
4. Vorrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Schüttgut-Eintragsmodul (2) im Austragsabschnitt (3) eines vorgeordneten Schüttgut-Lagerbehälters ausgeführt ist.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Schüttgut-Eintragsmodul (47; 79) und das Schüttgut-Wärmetauscherelement (12) als Abschnitte eines gemeinsamen Modulgehäuses (23; 48) der Kühlvorrichtung (46) ausgeführt sind.
6. Vorrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Konusabschnitt (38; 83; 91) mehrere nebeneinander liegende und/oder konzentrisch ineinander angeordnete Trichter (39; 84, 85; 92, 93) vorhanden sind.
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** in das Schüttgut-Austragsmodul (22) eine weitere Gas-Zuführleitung (24; 64) zur Einleitung von Trocknungsgas einmündet.
8. Vorrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die beiden Gas-Zuführleitungen (56, 64) von einer gemeinsamen Gasquelle gespeist werden.
9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **gekennzeichnet durch** mindestens eine Drosseleinheit (57, 58, 65) zur Vorgabe einer Gasmenge in der mindestens einen Gas-Zuführleitung (7, 24; 56, 64).
10. Verfahren zum Behandeln von Schüttgut mit folgenden Schritten:
- Trocknen des Schüttguts (49) mittels der Durchleitung eines Trocknungsgases durch das Schüttgut (49) im Förderweg des Schüttguts vor einem Schüttgut-Wärmetauscherelement (12) mit einer Trocknungszeit des Schüttguts, die größer ist als 1 min,
 - Kühlen des Schüttguts (49) nach dem Trocknen durch Kontakt des Schüttguts (49) mit Wärmetauscherelementen (17) des Schüttgut-Wärmetauscherelements (12),
 - wobei das Gas zum Trocknen des Schüttguts (49) über eine Gas-Zuführleitung (7; 56) von außen direkt in ein Schüttgut-Eintragsmodul (2; 47; 79) eingeleitet wird,
 - wobei der Füllstand des Schüttguts im Schüttgut-Eintragsmodul (47) mit einem Schüttgut-Füllstandssensor gemessen wird,
 - wobei das Trocknungsgas in das Schüttgut-Eintragsmodul so eingeleitet wird, dass ein unerwünschtes Anbacken des Schüttguts insbesondere an den Wärmetauscherelementen vermindert oder ganz vermieden ist,
 - wobei Gas zum Durchleiten von Trocknungsgas durch das Schüttgut (49) während des Kühlens über eine weitere Gas-Zuführleitung (24; 64) eingeleitet wird, die in das Schüttgut-Austragsmodul (22) einmündet.
11. Verfahren nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** Trocknungsgas im Gegenstrom gegen eine Förderrichtung (5) des Schüttguts (49) beim Trocknen geführt ist.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 11, **gekennzeichnet durch** ein Sichten des Schüttguts (49) während des Trocknens.

Claims

1. Device (1; 46) for cooling bulk material (49) comprising
- a bulk material entry module (2; 47; 79),
 - a bulk material heat exchanger module (12) arranged downstream of the bulk material entry module (2) in the conveying path of the bulk material with a plurality of heat exchanger elements (17) which are in thermal contact with a cooling medium,
 - a bulk material discharge module (22),
 - wherein a gas supply line (7; 56) for introducing a drying gas opens into the bulk material entry module (2; 47; 79), wherein the bulk material entry module (2; 47; 79) is configured such that the dwelling time of the bulk material (49) in the bulk material entry module (2; 47; 79) is greater than 1 min,

- wherein the bulk material entry module (2; 47; 79) has a conical section (38; 43, 44; 83; 91; 95) in which the bulk material (49) is guided along at least one funnel tapering in conveying direction and/or an angular cone (39; 43; 84, 85; 92, 93; 96, 98) with a round and/or rectangular outlet opening which leads to a collecting chamber (42; 44; 21) of the bulk material entry module (2; 47; 79),
- wherein the gas supply line (7; 56) opens from the outside directly into the collecting chamber (42; 44; 21) and prevents or completely avoids any unwanted caking of the bulk material particularly on the heat exchanger elements,
- wherein in the bulk material entry module (47) a bulk material filling level sensor (73, 74) is arranged.
2. Device according to claim 1, **characterised in that** the bulk material entry module (2; 47; 79) is configured as a product buffer.
 3. Device according to one of claims 1 to 2, **characterised in that** the bulk material entry module (2) and the heat exchanger module (12) are configured as separate devices which are connected together via a conveying line (11).
 4. Device according to claim 3, **characterised in that** the bulk material entry module (2) is formed in the outlet section (3) of an upstream bulk material storage container.
 5. Device according to one of claims 1 to 2, **characterised in that** the bulk material entry module (47; 79) and the bulk material heat exchanger module (12) are configured as sections of a common module housing (23; 48) of the cooling device (46).
 6. Device according to claim 5, **characterised in that** in the conical section (38; 83; 91) a plurality of adjacent and/or concentrically arranged funnels (39; 84, 85; 92, 93) are provided.
 7. Device according to one of claims 1 to 6, **characterised in that** a further gas supply line (24; 64) for introducing drying gas opens into the bulk material discharge module (22).
 8. Device according to claim 7, **characterised in that** the two gas supply lines (56, 64) are supplied by a common gas source.
 9. Device according to one of claims 1 to 8, **characterised by** at least one constriction unit (57, 58, 65) for specifying a gas amount in the at least one gas supply line (7, 24; 56, 64).
10. Method for processing bulk material comprising the following steps:
 - drying the bulk material (49) by passing a drying gas through the bulk material (49) in the conveying path of the bulk material upstream of a bulk material heat exchanger module (12) with a drying time of the bulk material of more than 1 min.,
 - cooling the bulk material (49) after drying by contacting the bulk material (49) with heat exchanger elements (17) of the bulk material heat exchanger module (12),
 - wherein the gas for drying the bulk material (49) is introduced via a gas supply line (7; 56) from the outside directly into a bulk material entry module (2; 47; 79),
 - wherein the filling level of the bulk material in the bulk material entry module (47) is measured using a bulk material filling level sensor,
 - wherein the drying gas is introduced into the bulk material entry module so that any undesirable caking of bulk material particularly onto the heat exchanger elements is reduced or avoided altogether,
 - wherein gas for passing drying gas through the bulk material (49) is introduced during cooling via a further gas supply line (24; 64) which opens into the bulk material discharge module (22).
 11. Method according to claim 10, **characterised in that** drying gas is guided in counterflow against a conveying direction (5) of the bulk material (49) during drying.
 12. Method according to one of claims 10 to 11, **characterised by** sifting the bulk material (49) during the drying.

Revendications

1. Dispositif (1 ; 46) de refroidissement de produits en vrac (49)
 - comprenant un module d'alimentation de produits en vrac (2 ; 47 ; 79),
 - comprenant un module échangeur de chaleur pour les produits en vrac (12), disposé après le module d'alimentation des produits en vrac (2) sur le trajet de transport des produits en vrac, comprenant une multiplicité d'éléments échangeurs de chaleur (17), qui sont en contact thermique avec un fluide de refroidissement,
 - comprenant un module d'évacuation des produits en vrac (22),
 - une canalisation d'amenée de gaz (7 ; 56), débouchant dans le module d'alimentation des

- produits en vrac (2 ; 47 ; 79), pour une alimentation en gaz de séchage, le module d'alimentation des produits en vrac (2 ; 47 ; 79) étant conçu de sorte que le temps de séjour des produits en vrac (49) dans le module d'alimentation des produits en vrac (2 ; 47 ; 79) est supérieur à 1 min,
- le module d'alimentation des produits en vrac (2 ; 47 ; 79) présentant une portion conique (38 ; 43, 44 ; 83 ; 91 ; 95) dans laquelle les produits en vrac (49) sont dirigés le long d'au moins un entonnoir s'amenuisant et/ou d'un cône anguleux (39 ; 43 ; 84 ; 85 ; 92, 93 ; 96 ; 98) conçu avec une ouverture de sortie ronde et/ou rectangulaire qui conduit vers une chambre de collecte (42 ; 44 ; 21) du module d'alimentation des produits en vrac (2 ; 47 ; 79),
 - la canalisation d'amenée de gaz (7 ; 56) débouchant directement de l'extérieur dans la chambre de collecte (42 ; 44 ; 21), et diminuant ou empêchant totalement un début de cuisson non souhaité des produits en vrac, en particulier par un pré-séchage des produits en vrac sur les éléments échangeurs de chaleur,
 - un capteur de niveau de remplissage en produits en vrac (73, 74) étant agencé dans le module d'alimentation des produits en vrac (47).
2. Dispositif selon la revendication 1 **caractérisé en ce que** le module d'alimentation des produits en vrac (2 ; 47 ; 79) est conçu sous la forme d'un tampon de produit.
 3. Dispositif selon l'une des revendications de 1 à 2 **caractérisé en ce que** le module d'alimentation des produits en vrac (2) et le module échangeur de chaleur (12) sont conçus comme des installations séparées qui sont reliées entre elles par une canalisation de transport (11).
 4. Dispositif selon la revendication 3 **caractérisé en ce que**, le module d'alimentation des produits en vrac (2) est réalisé dans la section de sortie (3) d'un conteneur de stockage de produits en vrac disposé en amont.
 5. Dispositif selon l'une des revendications de 1 à 2 **caractérisé en ce que** le module d'alimentation des produits en vrac (47 ; 79) et le module échangeur de chaleur pour les produits en vrac (12) sont conçus sous la forme de parties d'un carter de modules commun (23 ; 48) du dispositif de refroidissement (46).
 6. Dispositif selon la revendication 5 **caractérisé en ce que** plusieurs entonnoirs (39 ; 84, 85 ; 92, 93), mis les uns à côté des autres et/ou disposés les uns à côté des autres de manière concentrique, sont présents dans la section conique (38, 83, 91).
 7. Dispositif selon l'une des revendications de 1 à 6 **caractérisé en ce qu'**une autre canalisation d'amenée de gaz (24 ; 64) débouche dans le module d'évacuation des produits en vrac (22) pour une introduction de gaz de séchage.
 8. Dispositif selon la revendication 7 **caractérisé en ce que** les deux canalisations d'amenée de gaz (56, 64) sont alimentées par une source de gaz commune.
 9. Dispositif selon l'une des revendications de 1 à 8 **caractérisé par** au moins une unité de réduction (57, 58, 65) pour un réglage d'une quantité de gaz dans au moins une canalisation d'amenée de gaz (7, 24 ; 56, 64).
 10. Procédé de traitement de produits en vrac comprenant les étapes suivantes :
 - séchage des produits en vrac (49) à l'aide du passage d'un gaz de séchage traversant les produits en vrac (49) sur le trajet de transport des produits en vrac avant le module échangeur de chaleur pour les produits en vrac (12) avec un temps de séchage des produits en vrac qui est supérieur à 1 min,
 - refroidissement des produits en vrac (49) après le séchage par un contact des produits en vrac (49) avec des éléments échangeurs de chaleur (17) du module échangeur de chaleur pour les produits en vrac (12),
 - le gaz pour le séchage des produits en vrac (49) étant introduit directement depuis l'extérieur dans un module d'alimentation des produits en vrac (2 ; 47 ; 79) par une canalisation d'amenée de gaz (7 ; 56),
 - le niveau de remplissage en produits en vrac dans le module d'alimentation des produits en vrac (47) étant mesuré avec un capteur de niveau de remplissage des produits en vrac,
 - le gaz de séchage étant introduit dans le module d'alimentation en produits en vrac de sorte qu'un début de cuisson non souhaité des produits en vrac, en particulier au niveau des éléments échangeurs de chaleur, est diminué ou totalement empêché,
 - du gaz pour le passage de gaz de séchage traversant les produits en vrac (49) pendant le refroidissement étant alimenté par une autre canalisation d'amenée de gaz (24 ; 64) qui débouche dans le module d'évacuation des produits en vrac (22).
 11. Procédé selon la revendication 10 **caractérisé en ce que** le gaz de séchage est conduit à contre-courant par rapport à la direction de transport (5) des produits en vrac (49) lors du séchage.

12. Procédé selon l'une des revendications de 10 à 11
caractérisé par un criblage des produits en vrac (49)
lors du séchage.

5

10

15

20

25

30

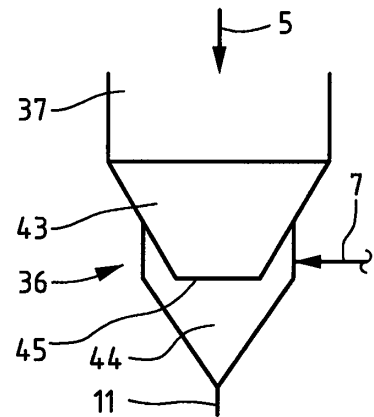
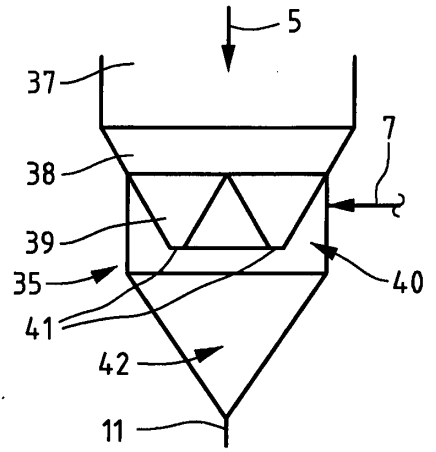
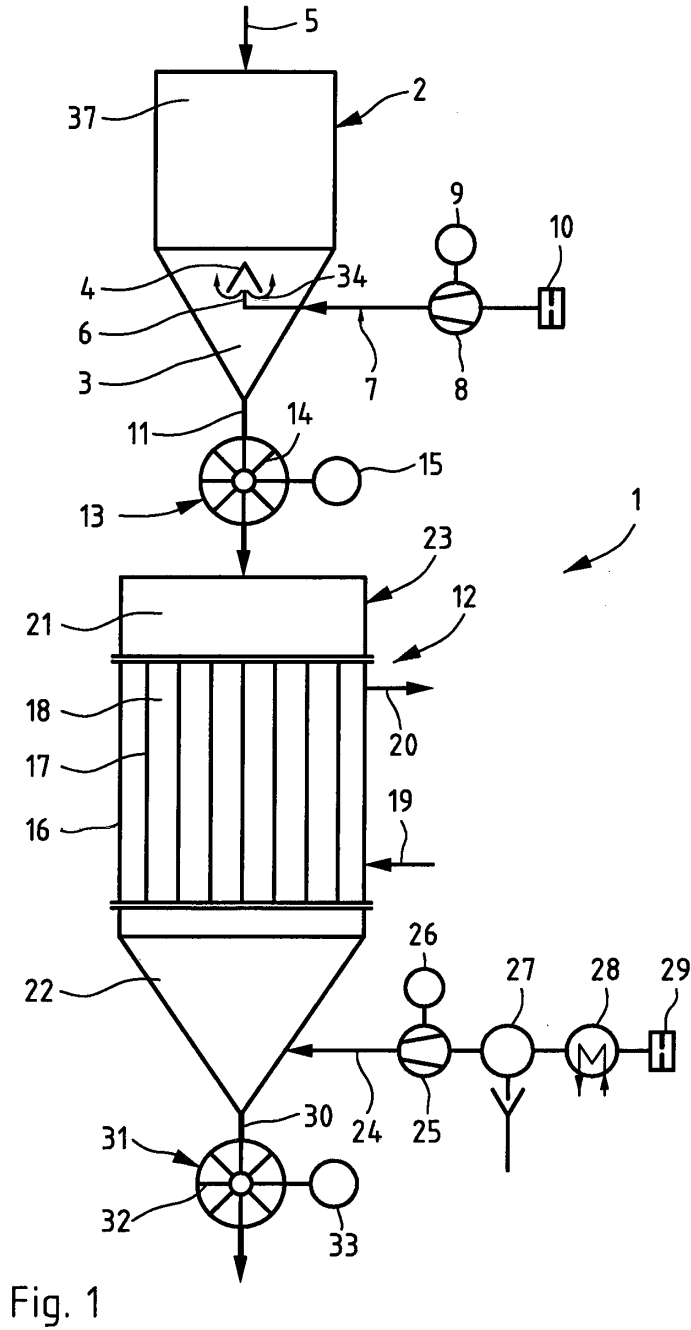
35

40

45

50

55



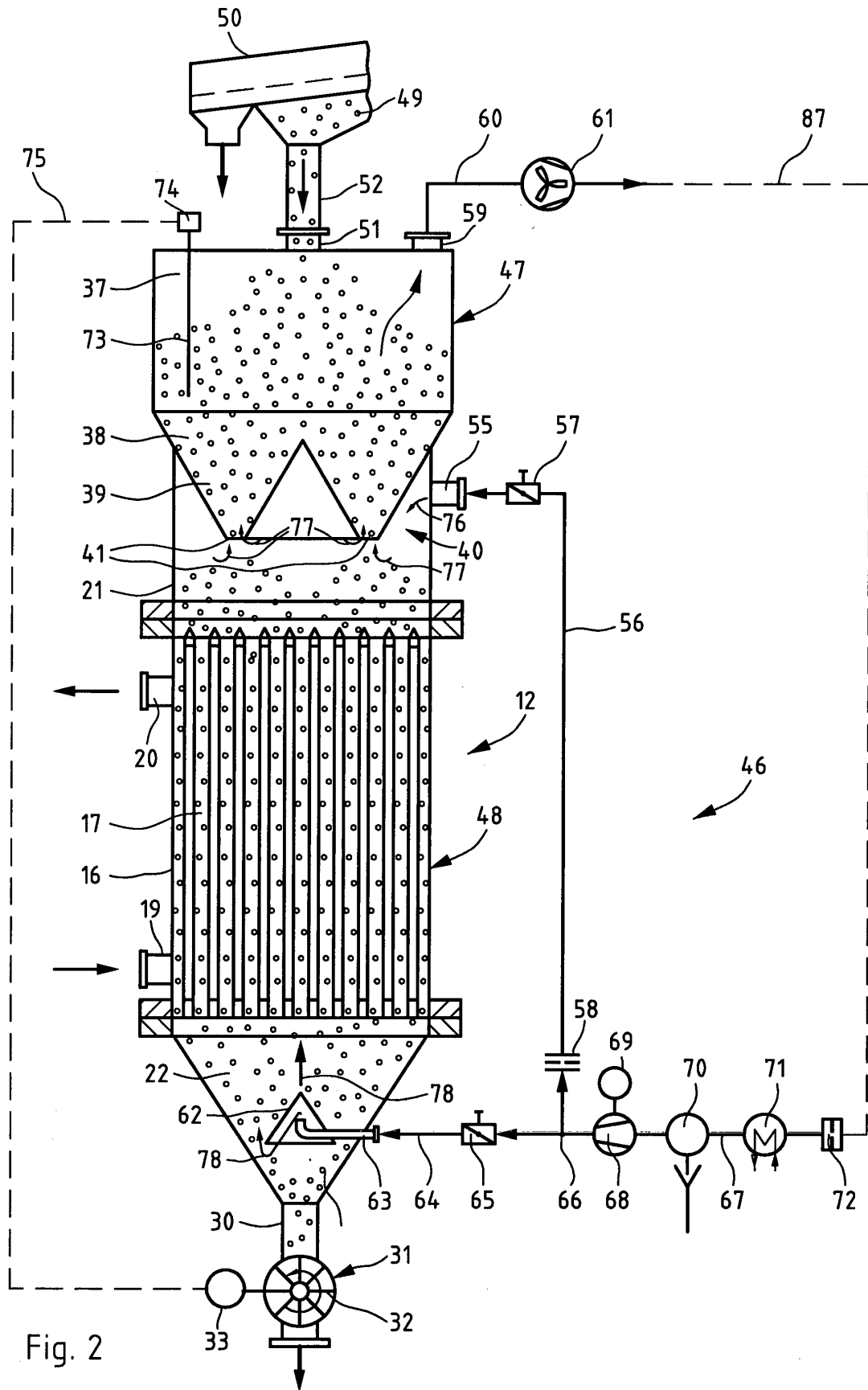


Fig. 2

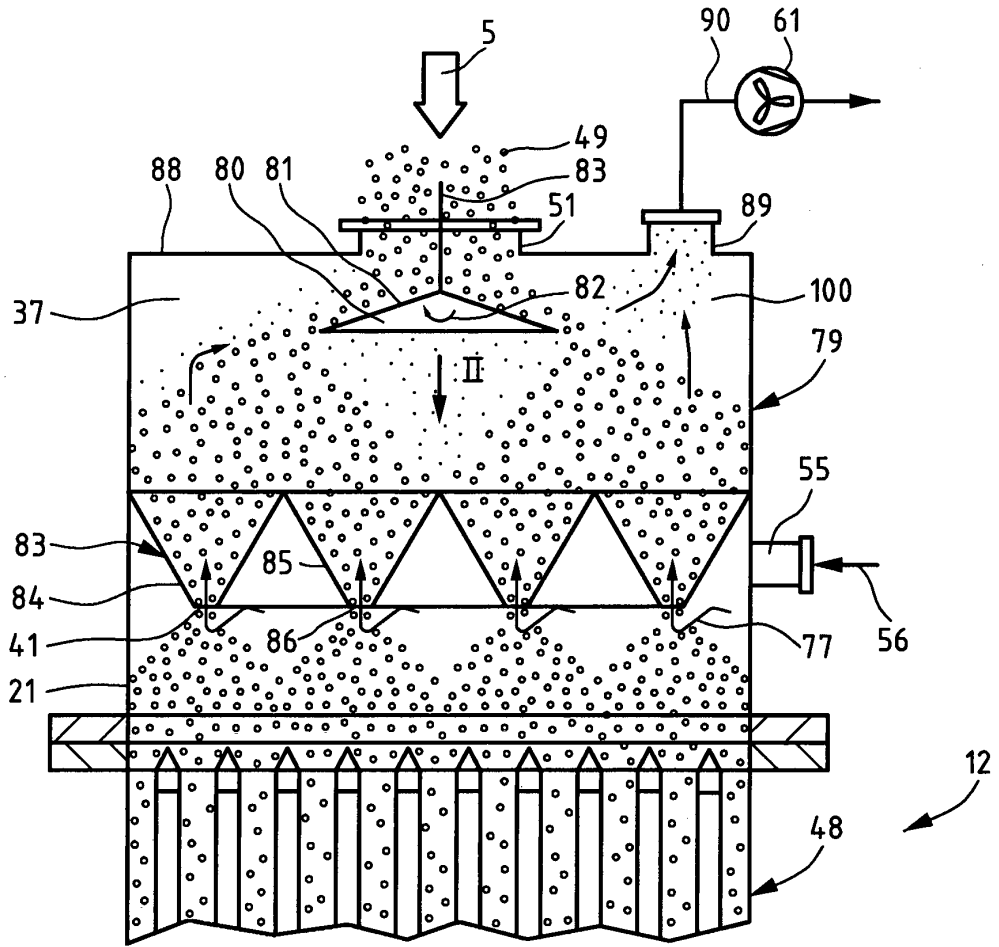


Fig. 3

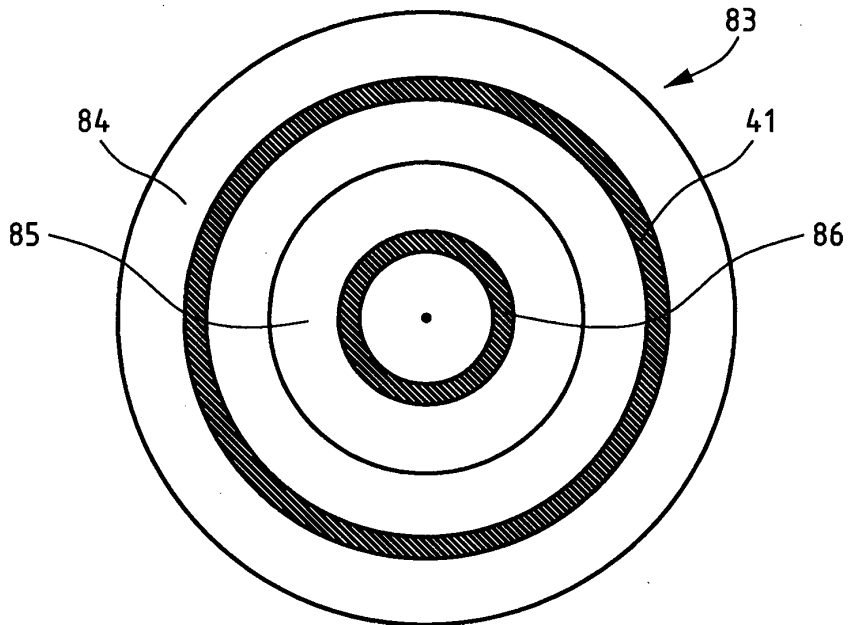
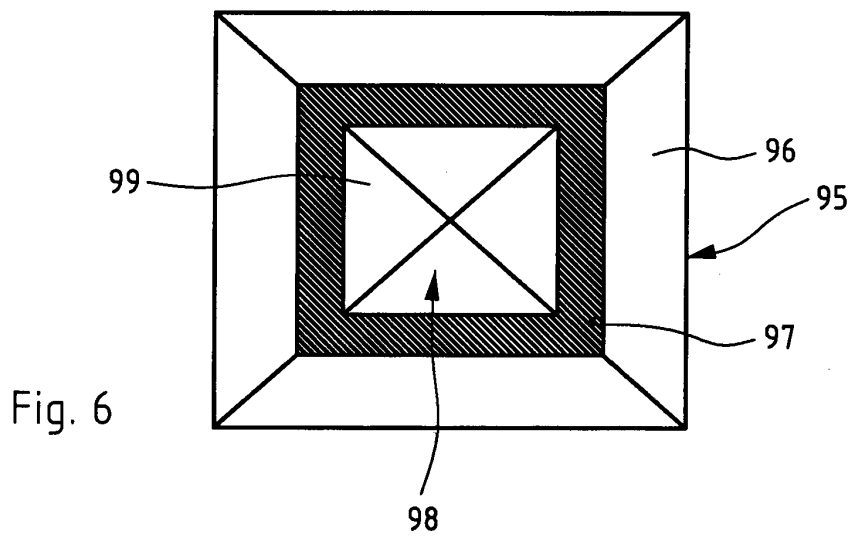
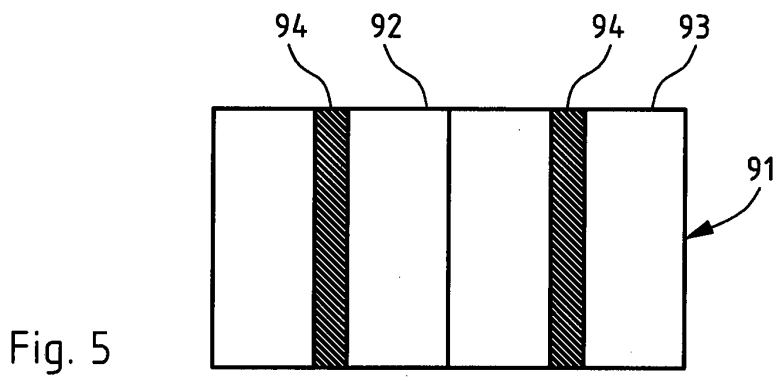
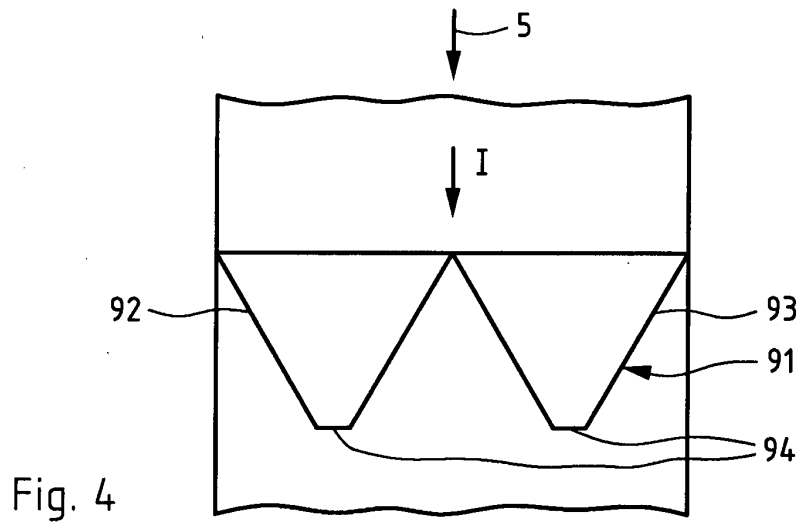


Fig. 3a



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

- DE 102007027967 A1 [0002] [0022]
- DE 102004041375 A1 [0002] [0022]
- EP 0444338 B1 [0002] [0036]
- DE 19643699 C1 [0002]
- DE 3639046 A1 [0002]
- DE 3131425 A1 [0002]
- AT 205008 B [0002]
- CH 296419 A [0002]
- EP 1975536 A2 [0002] [0003]