



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
16.02.2011 Patentblatt 2011/07

(51) Int Cl.:
F26B 17/14 (2006.01) **F26B 9/06** (2006.01)
F26B 25/22 (2006.01) **F26B 25/00** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **09167437.4**

(22) Anmeldetag: **07.08.2009**

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

(72) Erfinder: **Sailer, Walter**
9220 Velden (AT)

(74) Vertreter: **Babeluk, Michael**
Patentanwalt
Mariahilfer Gürtel 39/17
1150 Wien (AT)

(71) Anmelder: **Sailer, Walter**
9220 Velden (AT)

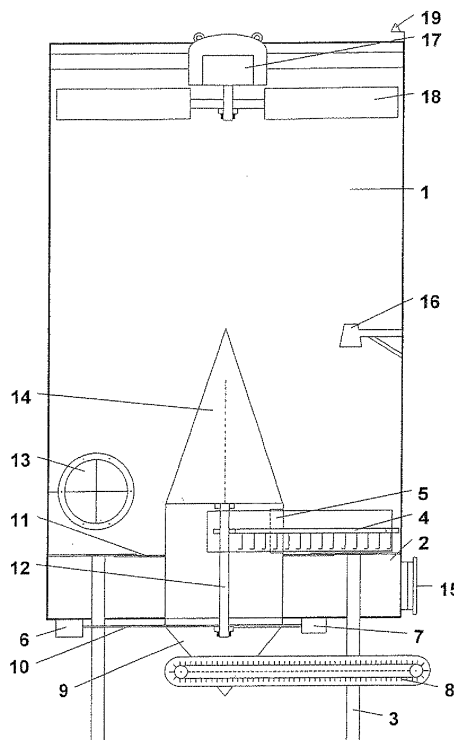
Bemerkungen:
Geänderte Patentansprüche gemäss Regel 137(2) EPÜ.

(54) **Verfahren zum Trocknen von Hackgut**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Trocknen von Hackgut, bei dem das Hackgut in einen im Wesentlichen zylindrischen Trocknungsbehälter (1) eingebracht wird und an der Unterseite über ein Gleitblech (9) abgezogen wird, und bei dem Trocknungsluft von unten in einem Doppelboden ausgeführt als Luftpolster (2) mit perforierten Lochboden im Trocknungsbehälter (1) eingeblasen wird. Eine effiziente Trocknung kann dadurch

erreicht werden, dass unter laufender programmgesteuerter Überwachung relevanter Verfahrensparameter auf Basis eines Mess- und Regelsystems, wie etwa der Feuchtigkeit im Hackgut und in der Abluft, die Zufuhr und die Austragung des Hackguts unter Einhaltung einer konstanten Schütthöhe geregelt wird, dass die Austragung des Hackguts über eine um eine vertikale Achse rotierende Ketten- oder Schneckenfräse (4) erfolgt.

Figur 1:
Schnitt



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Trocknen von Hackgut gemäß dem Oberbegriff von Patentanspruch 1. Bei einem solchen Verfahren ist vorgesehen, dass das Hackgut in einen im Wesentlichen zylindrischen Trocknungsbehälter von oben eingebracht wird und an der Unterseite abgezogen wird, und bei dem Trocknungsluft von unten über einen Doppelboden mit perforiertem Lochblech im Gegenstromprinzip in den Trocknungsbehälter eingeblasen wird.

[0002] Um die Lagerfähigkeit des Hackgutes und vor allem den Heizwert von Hackgut vor der Verbrennung zu optimieren ist erforderlich, einen geringen Feuchtigkeitsgehalt einzustellen, das heißt, das Hackgut zu trocknen. Um den energetischen Gesamtwirkungsgrad dabei möglichst wenig zu beeinträchtigen, ist man bestrebt, bei der Trocknung allenfalls vorhandene Abwärme bestmöglich zu nutzen.

[0003] Die Wertsteigerung von Energieholz aus Hackgut durch effizientes Trocknen bzw. durch Austreiben des Wassers aus dem Holz unter Verwendung von niedrig temperierter Wärme, z.B. bei Verwertung von Abwärmequellen, ist die Aufgabe dieser Erfindung.

[0004] Die Nachfrage für Energieholz und der Preis steigen durch die Expansion von Biomasseanlagen zur Erzeugung von Ökostrom und Wärme. Die bekannten Gründe sind der Preisvorteil gegenüber Heizöl und Erdgas, die CO₂-neutrale Verbrennung erneuerbarer Energie im Vergleich zu fossilen Energieträgern, der Beitrag zum Klimawandel und die Förderung der Unabhängigkeit und Versorgungssicherheit mit heimischer Energie. Die effiziente Energienutzung wird daher neben der Aufbereitung eines hochqualitativen Brennstoffes aus Holz-Hackgut im Hinblick auf die steigenden Energiekosten für den Bedarf von Energieholz immer wichtiger.

[0005] Feuchtes Hackgut wird vielfach zum Preis pro Schüttraumeter geliefert, ohne den effektiven Heizwert des gelieferten Materials zu berücksichtigen. So wird für feuchtes oder getrocknetes Hackgut gleich viel bezahlt. Der Nachteil dieses heterogenen Brennstoffes ist der relativ hohe Wassergehalt im Holz, der den Heizwert stark beeinflusst. Um den Heizwert des Holzes zu verbessern bzw. das Wasser mit einfachen Methoden zu entfernen, gibt es verschiedene Trocknungsverfahren mit unterschiedlichem Erfolg.

[0006] Das Ziel der Erfindung des kontinuierlichen Durchlauftrockner im Rundsilo oder auch im viereckigen Schacht ist die kostengünstige Entfernung des Ballastes "Wasser im Hackgut" zur Herstellung eines hochwertigen Brennstoffes und die Vermeidung der Verschwendung von Energieholz für den Energieaufwand der Wasserverdampfung im Feuerungsraum. Dieses Trocknungsverfahren auf der Basis der Konvektionsströmung nicht gesättigter Warmluft ermöglicht die Verwertung von Abwärmen mit niedriger Temperatur aus verschiedenen Prozessen, die ansonsten kaum genutzt werden. Getrocknetes Hackgut bringt bei der Energiegewinnung ei-

ne Brennstoffersparnis bis zu 20%. Bei steigenden Holzpreisen steigt somit die Nachfrage für ein wirtschaftliche Trocknung des Holzes.

[0007] Getrocknetes Energieholz aus Hackgut hat bekanntlich besondere Vorteile und ökonomischen Nutzen. Diese sind:

- höherer Heizwert durch die einfache Entfernung des Ballastes "Wasser" im Holz;
- die dadurch erzielte Brennstoffeinsparung verbraucht weniger Energieholz;
- dies reduziert die Kosten für den Verbrauch von Energieholz;
- weniger Brennstoffe reduzieren gleichzeitig die Schadstoff - Emissionen der Verbrennung;
- weniger Kosten der Transporte für Hackgutlieferungen aufgrund höherer Energiedichte;
- der höhere Heizwert verbessert den Anlagenwirkungsgrad bei der Verbrennungsanlage;
- trockenes Energieholz erhöht die Lagerfähigkeit, verringert den Substanzverlust und vermeidet das Pilzwachstum - biologischer Abbau und Heizwertverlust.

[0008] Allgemein sind verschiedene Verfahren und Vorrichtungen zum Trocknen von Schüttgut bekannt, bei denen von unten her Trocknungsluft in einen Trocknungsbehälter eingeblasen wird, um durch die durch das Schüttgut strömende Trocknungsluft das Schüttgut entsprechend zu trocknen.

[0009] So betrifft die US 3,487,961 A eine Vorrichtung zur Trocknung von Getreide in einem Trocknungsbehälter, in den von unten her Luft eingeblasen wird. Das Getreide wird von oben her über ein rotierendes Verteilrohr aufgegeben. Eine am Boden liegende Schnecke wälzt das Getreide zur mehrseitigen Belüftung um, und fördert das getrocknete Getreide zu einer Austrageinrichtung in die Mitte des Silos.

[0010] Weiters zeigt die GB 103 699 A eine Vorrichtung zur Trocknung von Getreide, das hier nicht in Form einer Schüttung, sondern im Wesentlichen im freien Fall vorliegt. Weitere Trocknungsvorrichtungen sind aus der DE 25 46 913 A, der US 4,750,273 A, der US 1,274,548 A, der SE 529 255 C und der SU 1 216 267 A bekannt. All diese Vorrichtungen gemäß dem Stand der Technik und die mit diesen Vorrichtungen durchgeführten Verfahren sind nicht speziell auf die Problematik abgestimmt, die beim Trocknen von Hackgut vorliegt. Im Gegensatz zu Getreide oder anderen körnigen Materialien besitzt grobes heterogenes Hackgut eine unregelmäßige Form und eine schwankende Größenverteilung. Dementsprechend muss auf eine gleichmäßige Verteilung

der Trocknungsluft im Trocknungsbehälter besonderes Augenmerk gelenkt werden.

[0011] Auf dem Markt bieten sich keine effizienten Trocknungssysteme für Hackgut an, die im imstande sind, kostengünstig in der Anschaffung und preisgünstig im Betrieb eine kontinuierliche Hackguttrocknung unter Vorgabe eines bestimmten Trocknungsgrades mit Verwendung von Wärmequellen niedriger Temperaturen durchzuführen.

[0012] Meistens wird ohne technische Hilfsmittel die natürliche Trocknung durch die Selbstwärmung des Hackgutes im geschütteten Haufen genutzt.

[0013] Diese Form der Bodentrocknung von feuchtem Hackgut ohne aktive Belüftung ist mit besonderen Risiken durch biologische Prozesse wie Pilzwachstum, Pilzsporenbildung und einhergehende Substanzverlust verbunden.

[0014] Die mechanische Belüftungstrocknung mit Außenluft ist nur dann zweckmäßig, wenn die feuchte Luft noch nicht den Sättigungsgrad erreicht hat. Dies ist jedoch zumeist nur in der Sommerzeit gegeben.

[0015] Besondere Vorteile hingegen bieten die Methoden der Warmlufttrocknung, die mit höheren Lufttemperaturen bzw. mit der höheren Wasseraufnahmefähigkeit die Trocknungszeit des Hackgutes, der Substanzabbau und die Bildung von Pilzsporen reduzieren. Die Warmlufttrocknung erfordert jedoch hohe Investitionen für den technischen Aufwand.

[0016] Unter den technischen Systemen der Warmlufttrocknung unterscheidet man zwischen diskontinuierlichen und kontinuierlichen Betrieb der Hackguttrocknung.

[0017] Die Methoden des diskontinuierlichen Betriebes sind die stationären oder mobilen Satz Trockner.

[0018] Bei stationären Satz Trocknern erfolgt die Warmlufttrocknung ohne Gutbeförderung in einem mit Hackgut gefüllten Box oder Container über einen Satz von Belüftungskanälen oder belüftbaren Doppelboden. Die Zuführung der Warmluft zu den Boxen und Containern ist flexibel mit Luftschläuchen ausgeführt. Nach erfolgter Trocknung des Hackgutes werden diese stationären Boxen oder Container mit Hilfe eines Sattelschleppers oder Zuggerätes entleert. Nach einem Logistikkonzept werden die Boxen oder Container wieder mit frischem Hackgut zur Trocknung gefüllt. Mobile Satz Trockner minimieren diesen Umschlagprozess, in dem diese als Wagentrockner ausgeführt sind.

[0019] Der Nachteil dieser Trocknungstechnik ist der hohe zeitliche Manipulationsaufwand für die Befüllung und Entleerung der Boxen und Container, der vor allem mit Kosten für das Personal und Maschineneinsatz verbunden ist. Außerdem ist eine gleichmäßige Trocknung des Hackgutes wegen der Schichtbildung von Feuchtkeitszonen nicht gegeben. Eine Zeitvorgabe für einen bestimmten, einheitlichen Trocknungsgrad bzw. Endfeuchte ist somit nicht möglich. Das Schütthackgut ist in der untersten Schicht der Warmluftzufuhr trockener als an der oberen Schicht bedingt durch die Kondensations-

vorgänge. Wenn außerdem die Oberfläche der mit Hackgut gefüllten Satz Trockner nicht eben gefüllt ist, bewirken die unterschiedlichen Strömungswiderstände eine uneinheitliche Feuchte im Hackgut in den oberen Schichten.

[0020] Zu den kontinuierlichen Trocknungsverfahren zählen insbesondere der Trommeltrockner, der Kontakt Trockner und der Band Trockner, wobei das Hackgut kontinuierlich im Durchlauf durch den Trockner befördert wird. Im Trommeltrockner wird das über Hubschaufeln angehobene und vermischte Hackgut mit einem Heißluftstrom umströmt. Bedingt durch den hohen Aufwand für die Aufwärmung des Hackgutes bei Temperaturen bis zu 1.000°C und infolge der Abluftreinigungsmaßnahmen wegen der Geruchs- und Schadstoffemissionswerte kommt dieses Verfahren nur für bestimmte Anwendungen industriell zum Einsatz.

[0021] Beim Kontakt Trockner erfolgt die Trocknung von feinem rieselfähigem bzw. voluminösem Schüttgut indirekt mit auf hohe Temperatur beheizten Röhrenbündeln. Hierbei handelt es sich um ein rotierendes Röhrenbündel mit Hub und Transportschaufeln, dessen Heizregister mit Dampf beheizt und zusätzlich durch Einblasung von vorgewärmter Luft betrieben wird. Bedingt durch den hohen Aufwand für Energie sowie für die Einhaltung von Emissionen (Staub, Gerüche, Schwaden) werden diese Verfahren nur industriell genutzt.

[0022] Hingegen kommen beim Band Trockner weit geringere Trocknungstemperaturen zum Einsatz. Bei diesem Verfahren erfolgt die Trocknung des feuchten Hackgutes auf einem vorwärts bewegten belüftbaren Gewebband. Hierbei durchströmt die Trocknungsluft das Förderband und die Schichtdicke des Hackgutes, das gleichmäßig verteilt auf dem Band aufgebracht wird.

[0023] Der Vorteil dieser zumeist industriellen Anwendung liegt in der schonenden Trocknung durch den Einsatz nieder temperierter Prozesswärme und durch die geringeren Emissionswerte. Besonders geeignet ist der Band Trockner für die Trocknung von feinem Hackgut und Sägespäne. Jedoch bei der Trocknung von Hackgut unterschiedlicher Stückgröße kann ein einheitlicher Trocknungsgrad nicht erreicht werden. Nachteilig wirken sich für dieses Trocknungsverfahren die relativ hohen Anschaffungskosten und die Betriebsaufwendungen aus. Dies sind vor allem die höheren Kosten für die Energie zur Vorwärmung und Trocknung der Materialien sowie die Investition der Bandlänge, die den Trocknungsgrad bzw. die Endfeuchte in einer bestimmten Zeiteinheit bestimmen. Eine hohe Verweildauer des Hackgutes bei gering temperierter Trocknungsluft ist beim Band Trockner aus wirtschaftlichen Überlegungen nicht möglich.

[0024] Eine etwas effizientere Ausführung des Band Trockners ist der Schubwendetrockner, wobei zusätzliche Wendeeinrichtungen (Schaufeln oder Federn) eine Auflockerung des Hackgutes auf dem Band bis etwa 40 cm Schütthöhe im Durchlaufverfahren sicherstellen.

[0025] Zum Trocknen von Schüttgut und auch anderer Güter wird im Allgemeinen trockene, weitgehend nicht

gesättigte warme Luft verwendet. Über die Konvektion der trockenen Luftströmung wird das austretende Wasser aus dem Trocknungsgut im Zuge der Erwärmung von der warmen Luft bis zur Sättigung aufgenommen, das aus dem Trocknungssystem als gesättigte Abluft abgeführt wird.

[0026] Je nach Handhabung bzw. Fördermöglichkeit des Trocknungsgutes werden hierfür verschiedene Verfahren und Vorrichtungen zum Trocknen angewandt. Diese sind zumeist Behältergefäße in Zylinder- oder Schachtförmigkeit, belüftbare Böden aus Gitter oder perforierten Lockblech auf dem das Trocknungsgut aufliegt, verschiedene Austragungseinrichtungen wie Förderschnecken, Schubböden, Absaugungen, Kippvorrichtungen, etc. und zur Regelung der Trocknungsprozesse entsprechende Programmsteuerungen.

[0027] Ausgehend von Trocknungssystemen für das Trocknen von rieselfähigen Gütern mit einheitlicher Korngröße wie das Getreidekorn (Mais, Weizen, Reis, Bohnen, Granulate) gibt es bekannte Vorrichtungen und Verfahren, die bei einheitlichen rieselfähigen Trocknungsgut problemlos einsetzbar sind.

[0028] Für heterogenes komplexes Trocknungsgut wie das Hackgut aus Holz sind diese Trocknungssysteme nicht einsetzbar bzw. übertragbar, weil die variablen Schüttdichten bzw. verschiedenen Stückgrößen des Hackgutes bei der Förderung, Verteilung und Lagerung im Zuge der Trocknung Störungen durch Verstopfung und mögliche Brückenbildung bei Übergängen verursachen.

[0029] Zudem erfordert die Anforderung zur kontinuierlichen Erfassung von Messdaten bei komplexem Hackgut zwischen Eintritt und Austritt beim Trockner, die gesicherte Abführung der feuchten Abluft aus dem Trockner sowie die Einstellung der Trocknerleistung.

[0030] Daher sind auf dem Markt keine effizienten Trocknungssysteme für Hackgut zu finden, die imstande sind, kostengünstig in der Anschaffung und preisgünstig im Betrieb eine kontinuierliche Hackguttrocknung unter Vorgabe einer bestimmten Trocknungsgrades mit Verwendung von Wärmequellen niedriger Temperaturen durchzuführen.

[0031] Die Grundlage der Erfindung des kontinuierlichen Rundsilo-Durchlauf Trockners bildet der stationäre Satz Trockner in Form einer Containertrocknung, ausgeführt als Box mit einem belüftbaren Doppelboden als Luftpolster mit Lochboden, im diskontinuierlichen Betrieb.

[0032] Hierbei wird die Containerbox mit nassfeuchtem Hackgut mittels Radlader beschickt, die unebene angeschlossenen am Luftanschlussstutzen des Doppelbodens über einen flexiblen Warmluftschlauch so lange mit Warmluft belüftet, bis der gesamte Inhalt des Hackgutes getrocknet ist.

[0033] Nach einer ausreichenden Zeit wird das weitgehend getrocknete Hackgut im Container mittels einer Koppanlage zur Wiederbefüllung und Trocknung entleert oder über eine mobile Zugeinrichtung als Wagentrockner (mobiler Satz Trockner) zur Verwertung verführt.

[0034] Nach einem Logistikkonzept werden je nach Umsatzmenge die Box bzw. Container mit frischem Hackgut zur Trocknung gefüllt und nach der Trocknung wieder abtransportiert.

5 **[0035]** Weitere Kenntnisse von Verfahren und Vorrichtungen sind aus der Getreidetrocknung bekannt wie die US 3 487 961 A, GB 103 699 A, US 4 750 273 A und US 1 274 548 A zeigen.

10 **[0036]** So kommen in den Verfahren zum Trocknen von Getreide Vorrichtungen von zylindrischen Behältern mit Schneckenfördersystemen zum Befüllen und Austragen sowie auch belüftbare Böden für den kontinuierlichen Durchlauf des Trockengutes zum Einsatz.

15 **[0037]** Nach dem Gegenstromprinzip wird auch hier das Trocknungsgut aus Getreide zumeist von oben nach unten gemäß der Schwerkraftwirkung geführt und die warme Trocknungsluft von unten nach oben über ein Gebläse unterhalb eines Lochbodens eingeblasen.

20 **[0038]** Nach der US 3 538 613 A bzw. der US 3 487 961 A wird ein Getreidetrockner beschrieben, der über eine zentrale Schnecken- Zuführung das zu trocknende Getreide in einem Rundsilo auf eine perforierte Bodenfläche verteilt und von unten mit warmer Trocknungsluft belüftet. Die über dem Boden liegende Schnecke wälzt das Getreidekorn zur mehrseitigen Belüftung des Kornes um und fördert das getrocknete Getreide zur Entfernung in die Mitte des Silos. Eine weitere darunterliegende Schnecke entfernt das getrocknete Getreide schließlich aus dem Silo.

25 **[0039]** Ein weiteres Trocknungsverfahren zum Trocknen von Getreide im heißen Luftstrom beschreibt die GB 103 699 A, eine Vorrichtung, in der das Getreidekorn von einem rotierenden Teller im Zylindergefäß geschleudert wird, welches im freien Fall im Gegenstrom mit warmer heißer Trocknungsluft getrocknet auf den Boden des Zylindergefäßes auffällt und mittels einer Förderschnecke ausgetragen wird. Zur Erzeugung von heißer Trocknungsluft im Gegenstrom kommt ein Dampfheizregister zum Einsatz.

30 **[0040]** Ein ähnliches mit der US 3 487 961 A vergleichbares Verfahren ist die US 4 750 273 A.

35 **[0041]** Hierbei werden auf verschiedene Verfahren zur Trocknung von Getreide (Mais, Weizen, Bohnen, Granulate, etc.) hingewiesen, die das Getreide im Gleichstrom, Querstrom und Gegenstrom mit warmer Trocknungsluft trocknen. Das am belüfteten Boden liegende und getrocknete Getreide wird kontinuierlich von Förderschnecken zur Lagerung in eigene Silospeichereinrichtungen transportiert.

40 **[0042]** Über eine Anordnung von Sensoren werden zur Kontrolle und Steuerung des Trockner-Systems die Temperatur und Feuchtigkeit der gesättigten Luft kontinuierlich gemessen. Ebenso werden kontinuierlich Probekörner entnommen und die Feuchtigkeit im Korn kapazitiv digital bestimmt. Ein Computerprogramm überwacht die Messungen und steuert zur Optimierung der Energieeffizienz den Trocknungsprozess.

45 **[0043]** Zur Siloaustragung von Schüttgut wie auch Fut-

termittel aus Silagen werden die allgemein bekannten Austragungsschnecken verwendet, so wie dies in der US 1 274 548 A beschrieben wird. In diesem Fall wird die versichtete Silage als Futtermittel horizontal über dem Boden des Rundsilos je nach Bedarf wegen möglicher Verfaulung bei sonstigem Luftzutritt über ein zentral rotierendes Schneckenantriebssystem ausgetragen.

[0044] Auf dem Schneckenförderer wird auch ein Vorwärtsdruck ausgeübt, um das über der gesamten Silobodenfläche liegende Schüttgut gleichmäßig austragen zu können. Mit dem Schneckenförderer wird das über den Boden liegende Schüttmaterial in die Mitte durch eine Öffnung gezogen und abtransportiert.

[0045] Ein weiteres Trocknungsverfahren ist gemäß der DE 25 46 913 A1 der Siebbodentrockner bzw. Siebbodensichter, in dem zum Trocknen und Sichten von klebrigen Kompostmüll und zum Zerlegen von organischen und anorganischen Stoffen ein zylindrischer Trocknungsbehälter mit einem Siebboden zum Einblasen von Warmluft zur Erzeugung eines Wirbelbettes eingesetzt wird. Hierbei wird das zentral über eine Zellrad-schleuse zugeführte zu trennende Gut über ein Rührwerk auf dem Siebboden verteilt und zermahlen. Durch Einblasen von warmer Trocknungsluft Aufwärtsgasstrom sollen sie verklumpte organische Bestandteile auflösen.

[0046] Das als Kompost und Müll eingebrachte Gut wird durch die kreisförmige Bewegung des Rührwerkes oberhalb der Siebbodenebene in Drehbewegung versetzt, wodurch die Bestandteile einer Zerreißung und Auflösung unterworfen werden. Schwere Fraktionen werden über die geringe Höhe zur Überkante über die Zellradschleuse, die Feinanteile über den Siebboden nach unten und die leichten getrockneten Fraktionen im fluidisierten Wirbelbett mit hoher Strömungsgeschwindigkeit nach oben ausgetragen.

[0047] Die genannten Verfahren und Vorrichtungen zum Trocknen von Getreide oder zum Tennen von leichten und schweren Müllfraktionen im Siebbodensichter erfüllen zwar hier ihre Aufgabe für den Zweck, jedoch sind diese Verfahren und Vorrichtungen im Vergleich zum Verfahren des kontinuierlichen Durchlauftrockner im Rundsilo zum Trocknen von Hackgut nicht einsetzbar bzw. sind in dieser Konfiguration - wie dies die Praxis zeigt - nicht für einen einwandfreien, störungsfreien Betrieb anwendbar.

[0048] Dazu sind - wie die technische Lösung zur Erfindung zeigt - die entsprechenden Funktions- und Verfahrensänderungen sowie Verbesserungen an den Vorrichtungen vorzunehmen.

[0049] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, die bekannten Verfahren so weiter zu bilden, dass Hackgut effizient und kostengünstig getrocknet werden kann, wobei die zur Verfügung stehende Wärme bestmöglich ausgenutzt wird.

[0050] Erfindungsgemäß werden diese Aufgaben durch die Merkmale von Patentanspruch 1 gelöst. Dabei ist vorgesehen, dass unter laufender Überwachung relevanter Verfahrensparameter, wie etwa der Feuchtigkeit

im Hackgut und in der Abluft, die Zufuhr und die Austragung des Hackguts unter Einhaltung einer konstanten Schütthöhe geregelt wird, dass die Austragung des Hackguts über eine rotierende Ketten- oder Schneckenfräse erfolgt. Um eine möglichst gleichmäßige Verweildauer des Hackguts im Trocknungsbehälter zu gewährleisten, darf der Abzug nicht von lediglich einer Stelle aus erfolgen. Eine drehbare Austragseinrichtung bittet die Möglichkeit, die gesamte Bodenfläche innerhalb gewisser Zeiträume zu überstreichen. Damit kann eine weitgehend gleichmäßige Trocknung des Hackguts sichergestellt werden.

[0051] Im Gegensatz zu den sehr aufwendigen Systemen von Durchlauftrockner ist die Lösung der Erfindung die Weiterentwicklung der einfachen Bauart von stationärem Satzrockner, wobei jedoch die Erkenntnisse der Trocknungstechnik mit den Erfahrungen der Technik der kontinuierlichen Beschickung und Ausbringung von Schüttgut kombiniert sind.

[0052] Diese Konzeption der Erfindung ist eine kostengünstige Alternative und ermöglicht im kontinuierlichem Durchlauf eine effiziente und einheitliche Trocknung von Holz - Hackschnitzel oder Schüttgut unter Vorgabe des gewünschten Trockenheitsgrades bzw. Endfeuchte mit niedriger, ungesättigter Trocknungslufttemperaturen, die ansonsten kaum genützt werden.

[0053] Der kontinuierliche Durchlauftrockner hat eine Zylinderform oder auch eine viereckige Schachtform und ermöglicht bis zu einer Füllhöhe von etwa 5 Meter eine platzsparende Aufstellung, wobei alle Anschlüsse zum Trockner variable gestaltbar sind.

[0054] Das zu trocknende Schüttgut wird im Gegenstrom von oben nach unten und die warme Trocknungsluft von unten nach oben geführt. Zur Sicherstellung einer ausreichenden Verweildauer wird das entnommene getrocknete Schüttgut sogleich mit der gleichen Menge ungetrockneter Schüttgutmenge nachgeliefert bzw. ergänzt.

[0055] Der Durchmesser und die Gesamthöhe bzw. die Größe des Trocknungsgefäßes richtet sich nach der Durchsatzleistung mit feuchtem Schüttgut, die in Abhängigkeit der Eingangsfeuchte und Erfordernis der Endfeuchte eine Funktion der Warmlufttemperatur Luftmenge sowie ausreichender Verweildauer im Trocknungsgefäß darstellt.

[0056] Sollte die gewünschte Trocknerleistung mit der nutzbaren Abluftwärme nicht mehr gegeben sein, schaltet sich zur Nacherwärmung ein mehrstufiges Heizregister zur Erhöhung der Warmlufttemperatur bzw. zur Steigerung der Trocknerleistung dazu.

[0057] Die Steuerung des Trocknungsprozesses durch eine entsprechende Software erfolgt dabei unter folgenden Gesichtspunkten:

- ausreichende Verweildauer des Hackgutes zum Trocknen je nach verfügbarer Wärmeleistung und Temperatur der Trocknungsluft;

- die mögliche Nutzung und Verwendung verschiedener Abwärmequellen über zuschaltbare Luftheizregister;
- die Druckverluste der variablen Luftmenge bei verschiedenen Schüttdichten des zu trocknenden Hackgutes im Rundsilo;
- die gesicherte Ableitung der feuchten-warmen gesättigten Abluft über die oben offene Zylinderöffnung bei variablen Schüttdichten bzw. Druckverlusten;
- die maximale Aufnahme von Wassers bis zum Sättigungsgrad der feuchten-warmen Luftmenge in Bezug auf die Verweildauer des Hackgutes im Rundsilo;
- die kontinuierliche Messung der Feuchte im Hackgut vom Eintritt bis zum Austritt über die Schütthöhe im Verlauf der Trocknerleistung;
- die relative Luftfeuchte der verwendeten Außenluft als Trocknungsluft während des Betriebes bei unterschiedlichen Jahreszeiten;
- die kontinuierliche Einbringung des nassen zu trocknenden Hackgutes und die gleichzeitige Austragung bzw. das Abführen des getrockneten Hackgutes;
- der kontinuierliche Oberflächenausgleich des von oben im Rundsilo eingebrachten Hackgutes zur Vermeidung unterschiedlicher Druckverluste bzw. zur Sicherstellung einer gleichmäßigen Belüftung mit Trocknungsluft und gleichzeitiger Sicherung vor Überfüllung mit Hackgut im Rundsilo

[0058] Die technische Lösung zum Trocknen von heterogenen Schüttgut aus Hackgut wird im Gegensatz zu den sehr aufwendigen Systemen von Durchlauftrockner (Trommel- Kontakt und Bandtrockner) sowie als Vergleich zu den nicht geeigneten, erwähnten Getreidetrocknungsverfahren für rieselfähigem Schüttgut mit der gegenständlichen Erfindung des Verfahren und der Vorrichtungen zum kontinuierlichen Durchlauftrockner im Rundsilo dadurch gelöst, dass frisches ungetrocknetes Hackgut in voll befülltem Behälter z.B. in Form eines Zylinders oder Schachtes warme Trocknungsluft mit einer ausreichenden Verweildauer im Gegenstrom so lange belüftet wird, bis das auf dem perforierten Lochboden aufliegende Hackgut mit den bestimmten Trocknungsgrad getrocknet austragen werden kann.

[0059] Im Gegenstrom wird das zu trocknende Schüttgut von oben nach unten und die warme Trocknungsluft, die in einem Doppelboden mit perforiertem Lockblech mit Druck eingeblasen wird, von unten nach oben geführt. Zur Sicherstellung einer ausreichenden Verweildauer des Hackgutes im voll gefüllten Rundsilo für die Trocknung wird das austragene getrocknete Schüttgut

sogleich mit der gleichen Menge ungetrockneter Schüttgutmenge ergänzt bzw. nachgeliefert.

[0060] Das über den perforierten Lochboden getrocknete Hackgut wird nach vorgegebenen und gemessenen Trocknungsgrad mittels einer Siloaustragung bestehend aus einer Schneckenfräse oder Kettenfräse durchgeführt.

[0061] Ein frei über den perforierten belüfteten Siloboden laufende Frässhnecke oder Kettenfräse fördert das heterogene-grobe Hackgut in die Silomitte, wo es durch eine Öffnung am drehenden Turm in der Form einer kegelförmigen Abdeckkappe nach unten abfällt und über ein Förderband abtransportiert wird.

[0062] Über die mittig drehbare kegelförmige Abdeckkappe erfolgt durch motorbetriebene Ketten-Hydraulik- oder Pneumatikantriebe radial um die Siloachse der Vorschub zum kontinuierlichen Abtragen des getrockneten Hackgutes im Rundsilo.

[0063] Zum Unterschied zur Schnecken-Siloaustragung für gleichförmiges Schüttgut wie Getreide oder Futtermittel aus Silagen gemäß der US 1 274 548 A erfolgt hier der sichere Einzug des groben-heterogenen Hackgut mit progressiven Frässhnecken, die auf der Schneckenwelle am Rand zackige Schneidspitzen besitzen. Mit den fräsartigen Zacken und mit großem Durchmesser der Schnecke bis 500 mm ist es möglich, grobes Hackgut ohne Abrutschen vom perforierten Siloboden kontinuierlich auszutragen.

[0064] Eine alternative Austragung dazu ist auch die Kettenfräse, bei der in den Gliedern der Abtriebskette laschenartige Mitnehmer integriert sind. Die - wie das Schwert einer Motorsäge - geführten Mitnehmer ähnlich wie ein flacher Löffel ziehen das grobstückige Hackgut in die mittige Öffnung im Rundsilo. Der Antrieb zur Austragung und zum Vortrieb erfolgt über motorbetriebene Zahnräder und Achsen. Die mittige Öffnung im Rundsilo ist mit einer kegelförmigen Abdeckkappe abgeschirmt, die sich mit dem Vortrieb über einen Drehkranz bewegt.

[0065] Der Vorteil der Kettenfräse gegenüber der Schneckenfräse ist die schonende Austragung durch das Hereinziehen von stückigem getrocknetem Hackgut über den Siloboden, während die Frässhnecken das grobe Hackgut beim Einziehen verdichtet bzw. zermalmst ist.

[0066] Die Elektromotore für die Austragung sind unterhalb des Silos frei zugänglich und ermöglichen durch die mittige Öffnung nicht nur ein problemloses Service, sondern auch eine ausreichende Belüftung sowie die Vermeidung möglicher Staubexplosionen.

[0067] Die Anwendung des Gegenstromprinzips in zylindrischen Behälter gemäß der Getreide-Trocknungsverfahren US 3 487 961 A, GB 1,3 699 A, US 4 750 273 A und US 1 274 548 A sowie die Anordnung der Vorrichtungen im Verfahren bei der Dosierung durch die mittige zentrale Einbringung von Getreide über Förderschnecken, der Einsatz der Schnecke zum mehrseitigen Wenden des Getreidekornes, die Trocknung im freien Fall des heißen Trockenluftstromes und die Austragung mit

Förderschnecken aus dem Silobehälter erfüllen in dieser technischen Konfiguration - siehe technische Zeichnungen - ihre Aufgaben bei der Manipulation des einheitlichen rieselfähigen Schüttgutes.

[0068] Diese technische Konzeption ist jedoch mit der beschriebenen technischen Lösung der Erfindung - siehe dazu die technische Zeichnung - nicht vergleichbar und wie die Erfahrungen der Praxis zeigen - für grobes heterogenes Hackgut wegen der Probleme beim Handling (Verstopfung, Brückenbildung, ungenaue Erfassung von Messdaten, etc.) nicht durchführbar.

[0069] Ebenso unterscheidet sich die DE 24 46 913 A1 über das Verfahren des Siebbodentrockner bzw. Siebbodensichter zur technischen Lösung der gegenständlichen Erfindung insofern, in dem hier mit Hilfe eines fluidisierten Wirbelbettes über den Siebboden und einem Rührwerk der Zweck zur Trennung von klebrigen Kompostmüll und zum Zerlegen von organischen und anorganischen Stoffen in leichte und schwere Fraktionen erfüllt wird, jedoch ist mit diesem Verfahren keine vergleichbare technische Lösung zum Trocknen von Hackgut gegeben.

[0070] Auch bewirkt die Ausbildung der Durchlassöffnung des Siebbodens nach DE 25 46 913 A1 durch die Umlenkung der Luftstrahlen in horizontaler Ebene einen anderen Effekt, wenn hierbei die Kreisbewegung des Gutes auf dem Siebboden verstärkt werden soll.

[0071] Hingegen bewirkt der in der vorliegenden Erfindung perforierte Lochboden aus Stahlblech mit dem seitlichen trapezförmigen Querschlitten einem gleichmäßigen Austritt der Warmluftstrahlen nach oben. Die schmalen seitlichen Luftschlitze verhindern bei der Siloaustragung weitgehend das Eindringen eines grobkörnigen Abriebes vom Schüttgut.

[0072] Gegenüber in senkrechter Richtung ausgebildeten Rundlöchern im Siebboden bzw. perforierten Lochboden haben die seitlichen trapezförmigen Luftschlitze den Vorteil, dass das oben darauf liegende Hackgut nicht eindringt bzw. stecken bleibt, wodurch ansonsten das Austreten der warmen Luftströmung verhindert wird. Außerdem kann das im Rundloch stecken gebliebene Hackgut durch die Scherwirkung zu Störungen bzw. Schäden an der Siloaustragung führen.

[0073] Zum Unterschied zur DE 25 46 913 A1 erfolgt bei der vorliegenden Erfindung zum Verfahren der kontinuierlichen Durchlauftrocknung im Rundsilos die vollständige kontinuierliche Beschickung bis zum Oberflächenausgleich in der Betriebsweise, dass ständig der entnommene Anteil des getrockneten Hackgutes so gleich mit frischem ungetrocknetem Hackgut ersetzt wird, um eine ausreichende Verweildauer des heterogenen Hackgutes sicher zu stellen. Hierbei wird das frische ungetrocknete Hackgut oben zentral mittig dem Rundsilos mit einem Schräg-Winkel- oder Z-Förderband zugeführt, mit einem Verteilerpaddel, bestehend aus einem motorbetriebenen Drehbalken oder Blattfedern, der Oberflächenausgleich durchgeführt. Nach Erreichen des Trocknungsgrades über dem Boden des perforierten Lochble-

ches erfolgt schließlich die Austragung des Hackgutes über die Schnecken- oder Kettenfräse.

[0074] Nach der US 4 750 273 A ist das Computerprogramm mit der erforderlichen Anordnung von Messinstrumenten zur Kontrolle und Steuerung des Trocknungsprozesses für die speziellen Getreide-Trocknungsverfahren abgestimmt. Hierbei werden entsprechend der technischen Lösung zum Verfahren und der Anordnung der Vorrichtungen im kontinuierlichen Verlauf des Trocknungsprozesses Messungen über Sensoren vorgenommen, die auf das Softwareprogramm zur Steuerung und Kontrolle im Rundsilos-Durchlaufverfahren Einfluss nehmen.

[0075] Hingegen richtet sich die Prozesssteuerung bei der Hackguttrocknung nach der Größe und technischen Konzeption des Rundsilos (Durchmesser, Schütthöhe), nach der Durchsatzleistung mit feuchtem Schüttgut in Abhängigkeit der Eingangsfeuchte und Erfordernis der Endfeuchte, die im Wesentlichen eine Funktion der warmen Trocknungslufttemperatur, der Luftmenge und der ausreichenden Verweildauer im Trocknungsgefäß darstellt.

[0076] In dem erfindungsgemäßen Verfahren des Trocknungsprozesses für Hackgut werden folgende, sich ständig ändernden Einflussfaktoren messtechnisch erfasst und den Vorgaben zur Trocknerleistung dynamisch angepasst:

- verfügbare Wärmeleistung und Temperaturhöhe über zuschaltbare Luftheizregister;
- ausreichende Verweildauer des Hackgutes in Abhängigkeit der variablen gemischten Feuchte im Hackgut;
- der gesicherte Austritt der mit Wasser gesättigten feuchten-warmen Abluft;
- der Druckverlust unterschiedlicher Schüttdichten von Hackgut;
- Maximierung der gesättigten feuchten-warmen Abluft zur Luftmenge;
- kontinuierliche Messung der Feuchte im Hackgut vom Eintritt bis zum Austritt aus dem Rundsilos;
- die relative Luftfeuchtigkeit der Betriebszeit während des Jahres;
- die Durchsatzgeschwindigkeit in Abstimmung mit Förderbänder-Austragung und Oberflächenausgleich des Hackgutes.

[0077] Die bekannten Trocknungsverfahren für Getreide und zur Mülltrennung haben grundsätzlich in der Aufgabenstellung eine andere technische Konstellation.

[0078] Die Grundlage zur technischen Lösung der Er-

findung bildet daher vielmehr die einfache Bauart von stationärem Satzrockner im Container, wobei jedoch die Erkenntnisse der Trocknungstechnik für Holz mit den Erfahrungen der Technik für die Vorrichtungen zur kontinuierlichen Beschickung und Ausbringung von Schüttgut kombiniert wird.

[0079] Der Nachteil des stationären Satzrockners ist der hohe zeitliche Manipulationsaufwand für die diskontinuierliche Befüllung und Entleerung der Containerboxen, der vorallem mit hohen Kosten für das Personal und Maschineneinsatz verbunden ist.

[0080] Zu dem ist die Erzielung eines exakten Trocknungsgrades im Container bei unterschiedlichem Wassergehalt im Hackgut nicht erfassbar und durchführbar.

[0081] Dies beruht darauf, dass eine gleichmäßige und einheitliche Trocknung des Hackgutes in einem 3 bis 4 Meter hohen Container wegen der Schichtbildung von Feuchtigkeitszonen nicht möglich ist. Während das Hackgut in der untersten Schicht über den belüfteten Doppelboden durch die Warmluftzufuhr bereits trocken ist, sind die oberen Schichten bis an die Oberfläche wegen der Kondensationsvorgänge der gesättigten feuchten warmen Abluft noch feucht und nass.

[0082] Ein weitgehend einheitlicher Trocknungsgrad der Hackgutmenge ist nur durch Vermischung des gesamten Inhaltes im Container erzielbar.

[0083] Ebenso ist eine Zeitvorgabe für einen bestimmten, einheitlichen Trocknungsgrad bzw. Endfeuchte nicht möglich und erfolgt erfahrungsgemäß im Wege der Schätzung.

[0084] Zur Erzielung eines gesicherten Trocknungsgrades wird daher uneffizient mehr Energie als Warmluft zugeführt, als dies vielleicht notwendig ist.

[0085] Ist hingegen beim Verfahren zum Rundsilo-Durchlauftrockner die gewünschte Trocknerleistung mit der verfügbaren Ablaufwärme nicht mehr gegeben sein, schaltet sich zur Nacherwärmung ein mehrstufiges Heizregister zur Erhöhung der Warmlufttemperatur bzw. zur Steigerung der Trocknerleistung dazu.

[0086] Bei Befüllung der Containerboxen mit nassem feuchtem Hackgut wird zumeist nicht einen erheblichen Aufwand zur Herstellung einer ebenen Oberfläche ausgeführt, sodass die unterschiedlichen Strömungswiderstände der warmen Trocknungsluft zu einer uneinheitlichen Trocknung des Hackgutes an den obersten Schichten im Container führen.

[0087] Ohne eine gleichmäßige Verteilung des Hackgutes an der Oberfläche entweicht die warme Trocknungsluft uneffizient dort, wo der geringste Widerstand bei den niedrigeren Schütthöhen vorzufinden ist.

[0088] Der Oberflächenausgleich wird in dem Rundsilo-Durchlauftrockner-Verfahren durch die Vorrichtung eines motorbetriebenen Verteilpaddels bestehend aus einem Drehbalken mit Blattfedern gelöst.

[0089] Die Verschiebung der Trocknungsschichten des Hackgutes an die obersten Randzonen im vollgefüllten Rundsilo und das zusätzliche Einbringen von frischem ungetrockneten Hackgut wirkt wie ein nasser

Feinfilter, der ein mögliches Austreten von Feinstaub im Zuge der Trocknung über die Rundsiloöffnung verhindert.

[0090] Im Gegensatz dazu haben die genannten Verfahren zur Getreidetrocknung US 3 487 961 A, GB 103 699 A, US 4 750 273 A und US 1 274 548 A und das Verfahren des Siebbodentrockner bzw. Siebbodensichter zur Mülltrennung nach DE 25 46 913 A1 das Problem der Entstaubung durch Zyklone und Filteranlage zu lösen.

[0091] Die Ausbildung des Luftpolsters in Form des Doppelbodens mit perforiertem Lochblech, über die heiße Luft zur Trocknung mit Druck im Rundsilo eingeblasen wird, bewirkt zu der konvektiven Luftströmung der Lufttrocknung den zusätzlichen Effekt der Kontakttrocknung, nachdem auf dem mit Heißluft erwärmten perforierten Lochblech das Hackgut aufliegt. Diese Doppelwirkung bringt im Vergleich zu anderen Verfahren eine höhere Effizienz der Hackgutrocknung.

[0092] Das Ergebnis der Konzeption der Erfindung ist eine kostengünstige Alternative und ermöglicht im kontinuierlichem Durchlauf eine effiziente und einheitliche Trocknung von Holz-Hackschnitzel oder Schüttgut und Vorgabe des gewünschten Trocknungsgrades bzw. Endfeuchte mit niedriger, ungesättigter Trocknungslufttemperaturen, die ansonsten kaum genützt werden.

[0093] Die Vorteile der Erfindung des kontinuierlichen Durchlauftrockner im Rundsilo mit den eingesetzten Vorrichtungen sind insbesondere:

- die Kontinuität des Trocknungsprozesses über die Verweildauer bei ausreichender Kapazität im Rundsilo durch die gegebene Temperatur der Trocknungsluft;
- der verstärkte Trocknungseffekt im Gegenstrom von unten nach oben, wodurch das Wasser aus dem Hackgut nach ausreichender Erwärmung austritt und mit der trockensten Luft von unten nach oben aufgenommen und die Feuchtigkeit im Hackgut schichtweise nach oben verschoben wird;
- die obere feuchte Schicht des Hackgutes vermischt mit dem zugeführten frischen ungetrockneten Hackgut wirkt wie ein nasser Stabfilter, wodurch beim Trocknen keine zusätzliche Entstaubung erforderlich wird;
- das Aufliegen des Hackgutes auf den durch die heiße Trocknungsluft erwärmten perforierten Lochblechboden bewirkt eine zusätzliche Verstärkung der Trocknung durch den unmittelbaren Kontakt mit dem Hackgut (Kontakttrocknung);
- der Einsatz des Doppelbodens als Luftpolster ausgeführt als perforiertes Lochblech mit seitlichen trapezförmigen Querschlitzen, wobei die Warmluftstrahlen seitlich gleichmäßig austreten können er-

möglichst gegenüber einem Siebboden mit Rundlöcher kein senkrecht Eindringen von Schüttgut, die eine Störung der Luftströmung ergeben;

- die kontinuierliche Erfassung der Feuchte im Hackgut im Trocknungsverlauf vom Eintritt bis zum Austritt über die Schütthöhe im Rundsilo erfolgt durch die Anordnung von geeigneten Messinstrumenten über Hochfrequenz und Temperatur/Feuchte;
- der gesicherte Austritt der gesättigten feuchten-warmen Abluft bei variablem Druckverlust verschiedener Schüttdichten des Hackgutes aus dem Rundsilo ermöglicht eine effiziente Trocknung;
- für eine gleichmäßige Belüftung bzw. Trocknung des Hackgutes im Rundsilo sorgt ein Verteilerpaddel für den Oberflächenausgleich;
- mit einem Softwareprogramm wird die dynamische Anpassung der Trocknerleistung an die Verweildauer und die verfügbare Trocknungslufttemperatur über die kontinuierliche Beschickung und Austragung im Rundsilo gesteuert.

[0094] Besonders günstig ist es, wenn das dosiert zugeführte Hackgut durch ein drehbares Verteilpaddel verteilt wird, um eine weitgehend ebene Oberfläche und eine gleichmäßig Füllhöhe zu sichern.

[0095] Durch das Verteilpaddel, das die Oberfläche des Hackguts glatt streift, wird nicht nur eine gleichmäßige Füllhöhe und ebene Oberfläche erreicht, sondern es wird an der Oberfläche auch eine geringfügige Verdichtung und Umlagerung der Hackschnitzel bewirkt. Auf diese Weise kann eine besonders gleichmäßige Durchströmung des Hackguts durch die Trocknungsluft bewirkt werden, was zu einer effizienten Trocknung beiträgt.

[0096] Besonders günstig ist es, wenn die Füllhöhe kontinuierlich so geregelt wird, dass eine Abstreifkante des Verteilpaddels in Kontakt mit der Oberfläche des Hackgutes bleibt. Auf diese Weise wird nicht nur eine optimale Verweildauer des Hackguts im Trocknungsbehälter sichergestellt, sondern es wird auch eine kontinuierliche Funktion des Verteilpaddels gewährleistet.

[0097] Eine besondere Sicherheitsmaßnahme besteht gemäß einer bevorzugten Ausführungsvariante des erfindungsgemäßen Verfahrens darin, dass das Antriebsdrehmoment des Verteilpaddels überwacht wird und dass bei Überschreitung eines vorbestimmten Werts die Zufuhr von Hackgut gedrosselt wird und vorzugsweise das Verteilpaddel vorübergehend gestoppt wird. Es kann bei Ungenauigkeiten oder Unregelmäßigkeiten in der Regelung der Füllhöhe im Trocknungsbehälter dazu kommen, dass dem Verteilpaddel ein übermäßig großer Widerstand entgegengesetzt wird. Durch die Drosselung oder in weiterer Folge Abschaltung der Zufuhr von Hackgut wird zunächst die Füllhöhe abgesenkt, so dass al-

lenfalls bestehende Materialansammlungen durch das Verteilpaddel leichter eingeebnet werden können. Um Schäden an der Antriebsmechanik des Verteilpaddels zu vermeiden, kann bei Überschreitung eines bestimmten Grenzwerts des Antriebsdrehmoments auch eine Abschaltung des Verteilpaddels durchgeführt werden. Das Antriebsdrehmoment des Verteilpaddels kann in an sich bekannter Weise nicht nur durch Sensoren bestimmt werden, sondern auch beispielsweise über die Stromaufnahme des Antriebsmotors überwacht werden.

[0098] Weiters betrifft die vorliegende Erfindung eine Vorrichtung zum Trocknen von Hackgut, mit einem im Wesentlichen zylindrischen Trocknungsbehälter, einer von oben in den Trocknungsbehälter mündenden Zufuhreinrichtung und mit einer an der Unterseite des Trocknungsbehälters angeordneten Austragseinrichtung, sowie mit einer Verteileinrichtung für das zugeführte Hackgut. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass die Austragseinrichtung als rotierende Ketten- oder Schneckenfräse ausgebildet ist.

[0099] Besonders günstig ist es, wenn an der Unterseite des Trocknungsbehälters ein Lochblech als Doppelboden angeordnet ist, das überdeckte Einblasöffnungen für die Trocknungsluft aufweist. Überdeckte Einblasöffnungen können beispielsweise dadurch realisiert werden, dass die Öffnungen in einer senkrechten oder nach unten geneigten Wand angeordnet sind, oder durch eine entsprechende Abdeckung nach oben hin gesichert sind. Auf diese Weise wird das Eindringen von Hackgut in den Doppelboden unterhalb des Lochblechs weitgehend verhindert.

[0100] Weiters ist es von besonderem Vorteil, wenn die Austragseinrichtung einen rotierenden Abzugsarm aufweist. Besonders günstig ist die Ausbildung dieses Abzugsarms als Austragsfräse. Als Austragsfräse wird im Wesentlichen ein Schneckenförderer mit spitzen Zaken auf der Schneckenwelle bezeichnet, der das im Bewegungsraum des Abzugsarms befindliche Hackgut ohne Abrutschen zur Mitte des Behälters hin fördert.

[0101] Eine mechanisch besonders günstige Lösung ist gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsvariante der erfindungsgemäßen Vorrichtung gegeben, wenn ein Antrieb für den Abzugsarm unter einer kegelförmigen Abdeckung im Trocknungsbehälter angeordnet ist. Auf diese Weise kann der Bereich des Doppelbodens weitgehend frei von Einbauten bleiben, so dass die Strömung für die Trocknungsluft nicht behindert wird.

[0102] Optimale Trocknungsergebnisse werden erreicht, wenn eine Regelungseinrichtung zur Konstanthaltung der Füllhöhe vorgesehen ist. Die Füllhöhe wird durch an sich bekannte Sensoren erfasst und die Materialzufuhr entsprechend angepasst.

[0103] Weiters ist es von besonderem Vorteil, wenn eine Sicherheitseinrichtung vorgesehen ist, die einen Sensor für das Drehmoment des Verteilpaddels umfasst. Auf diese Weise können nicht nur mechanische Schäden im Antrieb des Verteilpaddels vermieden werden, es können auch lokale oder globale Überfüllungen des Trock-

nungsbehälters sicher vermieden werden.

[0104] In der Folge wird die Erfindung anhand der in den Figuren dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine erfindungsgemäße Vorrichtung im Schnitt;

Fig. 2 eine Ansicht der Vorrichtung von Fig. 1 von oben; und

Fig. 3 Details dieser Vorrichtung nämlich des perforierten Lochbleches.

[0105] Der Durchlauftrockner Fig. 1 und Fig. 2 besteht aus einem Trocknungsgefäß in Form eines Zylinders 1 mit statisch geformten Rundsilo - Wänden oder auch aus einem viereckigen Schacht, das auf einem mit freien Stützen 3 bestehenden Traggrundgerüst aufgesetzt ist. Das Trocknungsgefäß ist zur Einbringung von Trocknungsluft 20 mit einem Doppelboden 2 als Luftpolster und etwa drei gleichmäßig verteilten Luftanschlusstutzen 15 ausgeführt. Die obere Bodenplatte 11 der Fig. 3, auf dem das Trocknungsgut aufliegt, besteht aus einer perforierten Lochplatte der Fig. 3, über die mit Hilfe des Ventilators warme Trocknungsluft zur Trocknung des Schüttgutes mit hohem Druck eingeblasen wird.

[0106] Das dem Trocknungsgefäß von oben zugeführte Schüttgut wird nach dem Gegenstromprinzip kontinuierlich nach unten geführt, während die Warmluft unten nach oben das Schüttgut durchströmt.

[0107] In der Mitte des Rundsilos sind die Kettenantriebe 10 mit Zahnrädern und Achsen 12 für die Austragungsfräse 4 bzw. Austragungsschnecke und den Vortrieb angeordnet, die von den am Traggrundgerüst 3 befestigten Motoren 6, 7 angetrieben werden.

[0108] Durch diese frei zugängliche Montage der Motore und der Austragungsöffnung ist nicht nur ein problemloses Service, sondern auch eine ausreichende Belüftung und die Vermeidung möglicher Staubexplosionen gegeben.

[0109] Die mittige Öffnung im Rundsilos ist mit einer kegelförmigen Abdeckkappe 14 abgeschirmt und bewegt sich mit dem Vortrieb über einen Drehkranz. Dadurch ist eine gleichmäßige Belüftung und Verteilung des Schüttgutes von den unteren bis zu den oberen Schichtbereichen gegeben.

[0110] Über einen seitlichen Öffnungsschlitz 5 der kegelförmigen Abdeckklappe 14 wird das über dem perforierten Lochboden 11 bereits getrocknete Schüttgut durch Konvektions- und Kontakt Trocknung gleichmäßig über die gesamte Fläche mit der Austragungsfräse 4 bzw. Austragungsschnecke kontinuierlich heraus gezogen bzw. geschleust. Das Hackgut rutscht über ein Gleitblech 9 direkt auf ein Förderband 8, das dem Verbraucher zugeführt wird.

[0111] Im kontinuierlichen Durchlauf wird die hier getrocknet entnommene Schüttgutmenge mit der gleichen Menge von ungetrocknetem Schüttgut dem Trocknungs-

gefäß nachgeliefert bzw. ergänzt, um eine ausreichende Verweildauer Trocknungsluft sicherstellen zu können. Der Rundsilo bleibt somit ständig vollgefüllt.

[0112] Die unebenen Schütthöhen des kontinuierlichen mit Hackgut beschickten Trocknungsgefäßes werden mit einem Motor 17 angetriebenem Verteilerpaddel 18 ausgeglichen bzw. planiert, um unterschiedliche Strömungswiderstände zu vermeiden bzw. eine einheitliche Durchströmung des Schüttgutes unterschiedlicher Größen mit Warmluft zur gleichmäßigen Trocknung zu erreichen. Dazu wird der Ventilator drehzahlgeregelt über die Luftgeschwindigkeit des Konvektionsstromes der feuchten-warmen Abluft am Austritt 19 des Trocknungsgefäßes gesteuert, der das ausgetretene Wasser aus dem Holz ins Freie abführt.

[0113] Auf der mittleren Höhe des Rundsilos ist die Vorrichtung 16 zur Erfassung der Temperatur-Feuchte-Messung installiert, um eine ausreichende Reaktionszeit zur Regelung der Temperatur der Trocknungsluft über das Luftheizregister sicher zu stellen.

[0114] Je nach Erfordernis des Trocknungsgrades bzw. der Endfeuchte des Schüttgutes werden die Parameter der Einflussgrößen der Trocknung wie die Eingangsfeuchte und die Stückgröße des Hackgutes, die Verweildauer bzw. die Austragungsgeschwindigkeit des Hackgutes, die relative Luftfeuchtigkeit der Trocknungsluft, die Schüttdichte bzw. Höhe des Schüttgutes, der Strömungswiderstand der Luftmenage, die Strömungsgeschwindigkeit am Austritt des Rundsilos und die dazu erforderliche Warmlufttemperatur über den Trocknungsverlauf von einer vollautomatischen Steuerung der Lüftungszentrale ausgeführt.

[0115] Mehrere Luftanschlusstutzen 15 beim Luftpolster-Doppelboden dienen gleichzeitig als Reinigungsöffnungen, die auch die Zuführung der Trocknungsluft von mehreren Seiten ermöglichen. Über ein oder mehrere Mannlöcher 13 höhenmäßig verteilt ist auch eine händische Entleerung des Rundsilo-Durchlauftrockners gegeben.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Trocknen von Hackgut, bei dem das Hackgut in einen im Wesentlichen zylindrischen Trocknungsbehälter (1) eingebracht wird und an der Unterseite über ein Gleitblech (9) abgezogen wird, und bei dem Trocknungsluft von unten in einem Doppelboden ausgeführt als Luftpolster (2) mit perforierten Lochboden im Trocknungsbehälter (1) eingeblasen wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** unter laufender programmgesteuerter Überwachung relevanter Verfahrensparameter auf Basis eines Mess- und Regelsystems, wie etwa der Feuchtigkeit im Hackgut und in der Abluft, die Zufuhr und die Austragung des Hackguts unter Einhaltung einer konstanten Schütthöhe geregelt wird, dass die Austragung des Hackguts über eine um eine vertikale Ach-

se rotierende Ketten- oder Schneckenfräse (4) erfolgt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Austragung des Hackguts über den gesamten Querschnitt des Trocknungsbehälters (1) erfolgt. 5
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das dosiert zugeführte Hackgut durch ein drehbares Verteilpaddel (18) verteilt wird, um eine weitgehend ebene Oberfläche und eine gleichmäßig Füllhöhe zu sichern. 10
4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Füllhöhe kontinuierlich so geregelt wird, dass eine Abstreifkante des Verteilpaddels (18) in Kontakt mit der Oberfläche des Hackguts bleibt. 15
5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Antriebsdrehmoment des Motors (17) zum Verteilpaddel (18) überwacht wird und dass bei Überschreitung eines vorbestimmten Werts die Zufuhr von Hackgut gedrosselt wird und vorzugsweise der Motor (17) zum Verteilpaddel (18) vorübergehend gestoppt wird. 20 25
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der gesamte Trocknungsprozess vom Eintritt bis zum Austritt des Hackgutes im Trocknungsbehälter (1) nach dem Gegenstromprinzip mit einem Mess- und Regelsystem ausgestattet ist, in dem sämtliche Einflussfaktoren der Trocknerleistung, wie Feuchte im Hackgut, die Trocknungslufttemperatur, die Luftmengen, die Verweildauer des Hackgutes, die Druckdifferenz variabler Schüttdichte, die relative Luftfeuchtigkeit, der Sättigungsgrad der Trocknungsluft, die Förderbandgeschwindigkeiten von Zu- und Abfuhr, der Oberflächenausgleich, die Wärmeleistung zuschaltbare Luftheizregister nutzbarer Wärmequellen, etc., über ein Softwareprogramm für einen vollautomatischen Betrieb gesteuert und überwacht wird. 30 35 40 45
7. Vorrichtung zum Trocknen von Hackgut, mit einem im Wesentlichen zylindrischen Trocknungsbehälter (1), einer von oben in den Trocknungsbehälter (1) mündenden Zufuhreinrichtung und mit einer an der Unterseite des Trocknungsbehälters (1) angeordneten Austrageeinrichtung (4), sowie mit einer Verteileinrichtung (18) für das zugeführte Hackgut, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Austrageeinrichtung (4) als rotierende Ketten- oder Schneckenfräse ausgebildet ist. 50
8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Austrageeinrichtung (4) als ro-

tierende Schneckenfräse mit Schneidspitzen an ihrem Umfang ausgebildet ist.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verteileinrichtung als rotierendes Verteilpaddel (18) ausgebildet ist, das eine Abstreifkante für das Hackgut aufweist.
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** an der Unterseite des Trocknungsbehälters (1) ein Doppelboden (2) mit perforiertem Lochblech (11) angeordnet ist, das überdeckte Einblasöffnungen (20) für die Trocknungsluft aufweist.
11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Austrageeinrichtung einen rotierenden Abzugsarm aufweist und dass ein Antrieb für den Abzugsarm unter einer kegelförmigen Abdeckung (14) im Trocknungsbehälter (1) angeordnet ist.
12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Regelungseinrichtung zur Konstanthaltung der Füllhöhe vorgesehen ist.
13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Trocknungsbehälter (1) auf einem frei stehenden Traggrundgerüst (3) angeordnet ist.
14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** der gesamte Trocknungsprozess vom Eintritt bis zum Austritt des Hackgutes im Trocknungsbehälter (1) nach dem Gegenstromprinzip mit einem Mess- und Regelsystem ausgestattet ist, in dem sämtliche Einflussfaktoren der Trocknerleistung wie Feuchte im Hackgut, die Trocknungslufttemperatur, die Luftmengen, die Verweildauer des Hackgutes, die Druckdifferenz variabler Schüttdichte, die relative Luftfeuchtigkeit, der Sättigungsgrad der Trocknungsluft, die Förderbandgeschwindigkeiten von Zu- und Abfuhr, der Oberflächenausgleich, die Wärmeleistung zuschaltbare Luftheizregister nutzbarer Wärmequellen, etc., über ein Softwareprogramm für einen vollautomatischen Betrieb gesteuert und überwacht wird. 55

Geänderte Patentansprüche gemäss Regel 137(2) EPÜ.

1. Verfahren zum Trocknen von Hackgut, bei dem das Hackgut in einen im Wesentlichen zylindrischen Trocknungsbehälter (1) eingebracht wird und an der Unterseite über ein Gleitblech (9) abgezogen wird, und bei dem Trocknungsluft von unten in einem Dop-

pelboden ausgeführt als Luftpolster (2) mit perforierten Lochboden im Trocknungsbehälter (1) eingeblasen wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** unter laufender programmgesteuerter Überwachung relevanter Verfahrensparameter auf Basis eines Mess- und Regelsystems, nämlich der Feuchtigkeit im Hackgut und in der Abluft, die Zufuhr und die Austragung des Hackguts unter Einhaltung einer konstanten Schütthöhe geregelt wird, dass die Austragung des Hackguts über eine um eine vertikale Achse rotierende Ketten- oder Schneckenfräse (4) erfolgt.

7. Vorrichtung zum Trocknen von Hackgut, mit einem im Wesentlichen zylindrischen Trocknungsbehälter (1), einer von oben in den Trocknungsbehälter (1) mündenden Zufuhreinrichtung und mit einer an der Unterseite des Trocknungsbehälters (1) angeordneten Austragseinrichtung (4), sowie mit einer Verteileinrichtung (18) für das zugeführte Hackgut, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Austragseinrichtung (4) als rotierende Ketten- oder Schneckenfräse ausgebildet ist und dass eine Messeinrichtung zur laufenden Erfassung der Feuchtigkeit im Hackgut vorgesehen ist.

30

35

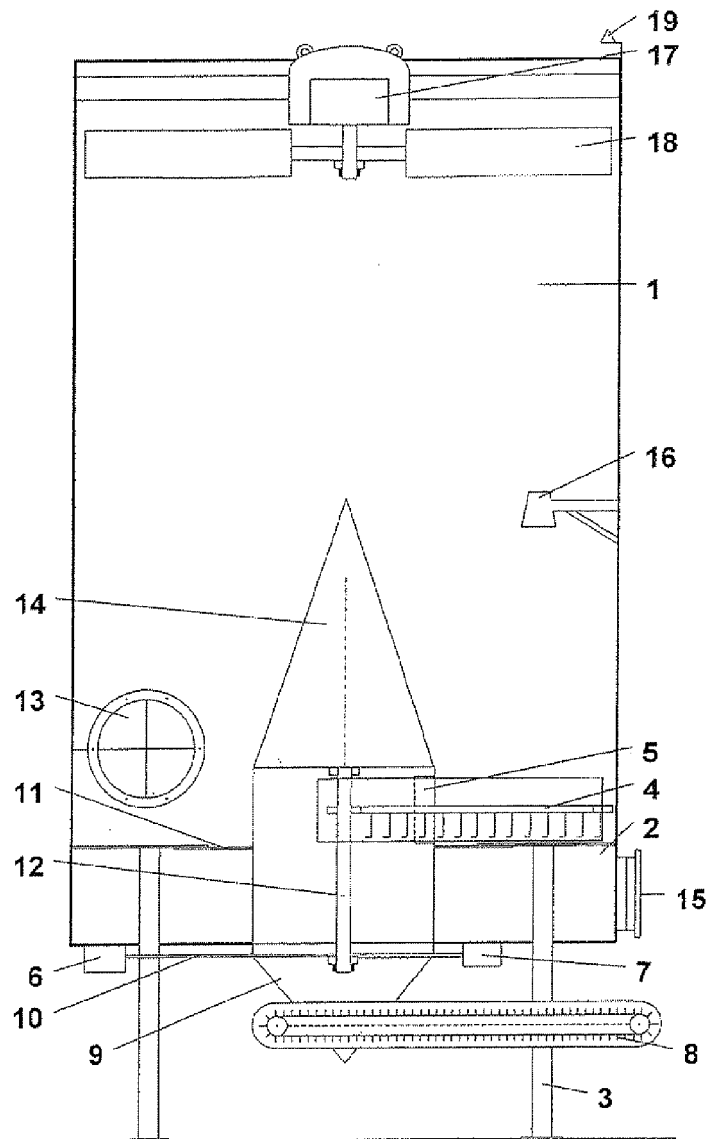
40

45

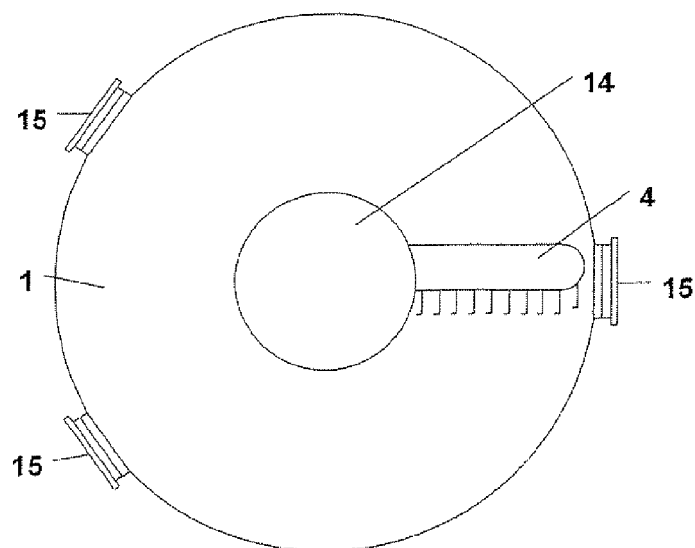
50

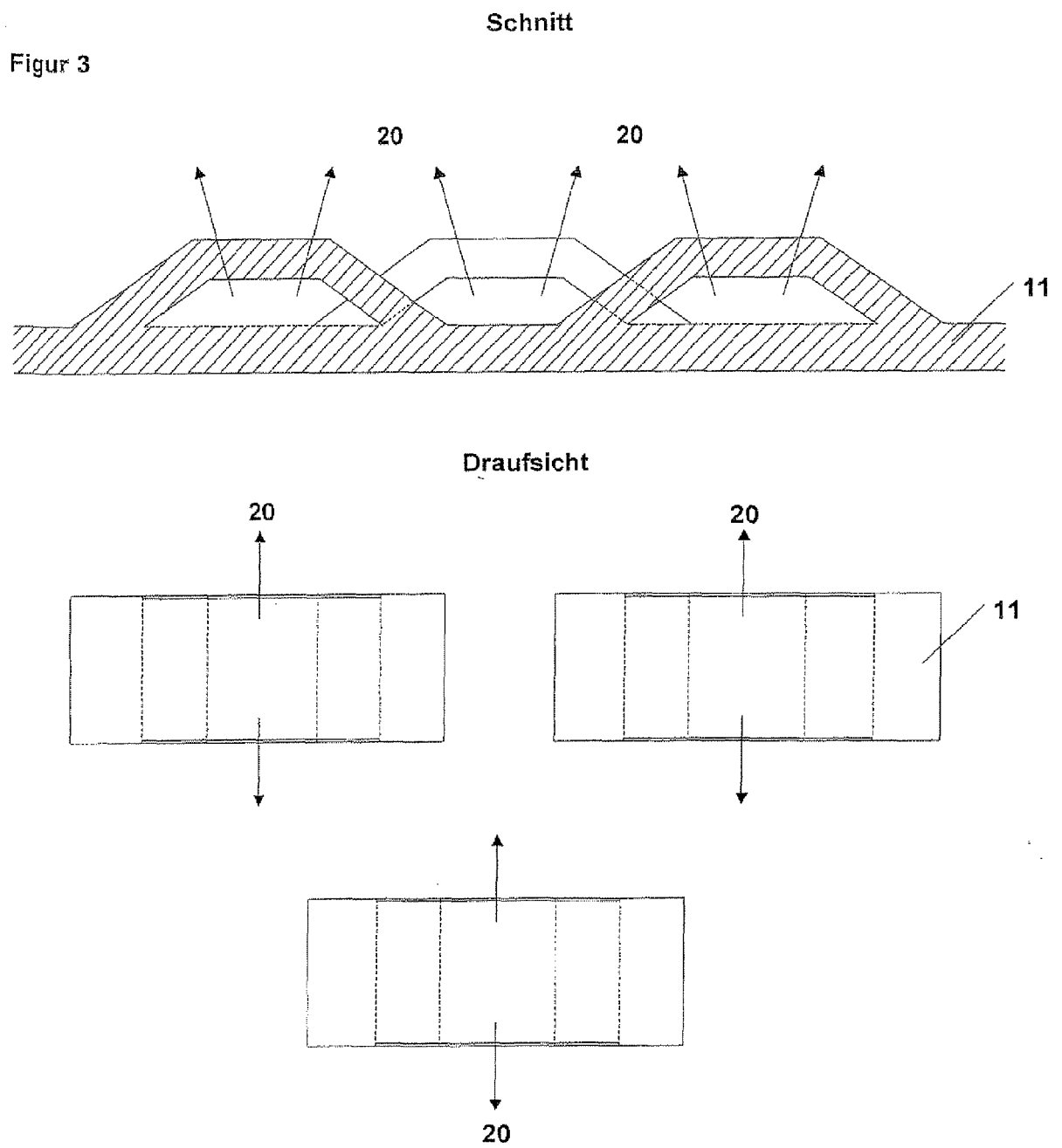
55

Figur 1:
Schnitt



Figur 2:
Grundriss







EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 09 16 7437

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	EP 0 458 221 A1 (LICENCIA HOLDING SA [LU]) 27. November 1991 (1991-11-27)	7-14	INV. F26B17/14
Y	* das ganze Dokument *	1-4,6	F26B9/06
	-----		F26B25/22
Y	US 5 517 767 A (SCHECHINGER THOMAS M [US] ET AL) 21. Mai 1996 (1996-05-21)	1-4,6	F26B25/00
	* das ganze Dokument *		

A	FR 2 605 851 A1 (SECEMIA [FR]) 6. Mai 1988 (1988-05-06)	1-2,6-7, 10-12,14	
	* das ganze Dokument *		

A	FR 2 705 442 A1 (CALMON OLIVIER [FR]) 25. November 1994 (1994-11-25)	1,6-7, 12-14	
	* das ganze Dokument *		

A	EP 1 559 979 A2 (MANN & HUMMEL PROTEC GMBH [DE]) 3. August 2005 (2005-08-03)	1,6-7,14	
	* das ganze Dokument *		

A	FR 907 872 A (LAMY) 25. März 1946 (1946-03-25)	1,7,13	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
	* das ganze Dokument *		F26B

A	GB 1 226 154 A (THE SOTIK TEA COMPANY LIMITED) 24. März 1971 (1971-03-24)	5	
	* Anspruch 8 *		

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	
Den Haag		5. Februar 2010	
		Prüfer	
		Silvis, Henk	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze	
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer		E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder	
anderen Veröffentlichung derselben Kategorie		nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist	
A : technologischer Hintergrund		D : in der Anmeldung angeführtes Dokument	
O : nichtschriftliche Offenbarung		L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument	
P : Zwischenliteratur		& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes	
		Dokument	

 1
 EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 09 16 7437

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

05-02-2010

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0458221 A1	27-11-1991	AT 109755 T	15-08-1994
		DE 4016100 A1	21-11-1991
		DE 59102467 D1	15-09-1994
		DK 0458221 T3	05-12-1994
		ES 2061112 T3	01-12-1994
US 5517767 A	21-05-1996	KEINE	
FR 2605851 A1	06-05-1988	KEINE	
FR 2705442 A1	25-11-1994	KEINE	
EP 1559979 A2	03-08-2005	CN 1721158 A	18-01-2006
		DE 102004004680 A1	20-10-2005
FR 907872 A	25-03-1946	KEINE	
GB 1226154 A	24-03-1971	KEINE	

EPO FORM P0461

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

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- US 3487961 A [0009] [0035] [0038] [0040] [0067] [0090]
- GB 103699 A [0010] [0035] [0039] [0090]
- DE 2546913 A [0010]
- US 4750273 A [0010] [0035] [0040] [0067] [0074] [0090]
- US 1274548 A [0010] [0035] [0043] [0063] [0067] [0090]
- SE 529255 C [0010]
- SU 1216267 A [0010]
- US 3538613 A [0038]
- DE 2546913 A1 [0045] [0070] [0073] [0090]
- GB 13699 A [0067]
- DE 2446913 A1 [0069]