

(12)

Gebrauchsmusterschrift

(21) Anmeldenummer: GM 462/2009

(22) Anmeldetag: 23.07.2009

(24) Beginn der Schutzdauer: 15.11.2010

(45) Veröffentlicht am: 15.01.2011

(51) Int. Cl. : **F26B 17/26**

(2006.01)

(30) Priorität:
09.04.2009 DE 202009005501 beansprucht.

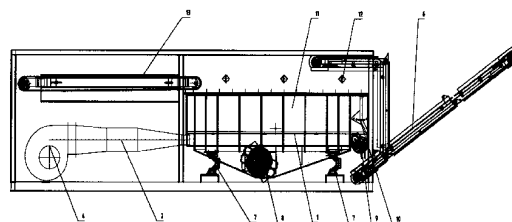
(73) Gebrauchsmusterinhaber:
RUDNICK & ENNERS MASCHINEN- UND
ANLAGENBAU GMBH
D-57642 ALPENROD (DE)

(72) Erfinder:
RUDNICK BURKHARD DIPL.ING.
BAD MARIENBERG (DE)

(54) VIBRATIONSTROCKNER ZUR TROCKNUNG VON SCHÜTTGÜTERN

(57) Die Erfindung betrifft einen Vibrationstrockner, der verschiedene Sorten an Schüttgütern mittels durchströmender Luft effizient und wirksam trocknet. Dies wird realisiert, indem eine Schwingrinne (1 und 11) mit Unwuchtantrieben (8) und Federelementen (7) in Vibrations-Schwingungen versetzt wird, welche die Förderung des zu trocknenden Materials ausführen und zudem eine Auflockerung sowie Durchmischung der Stofffraktionen bewirken, so dass sich auf diese Art und Weise gleichmäßige Trocknungsergebnisse und hohe Durchsatzleistungen, selbst bei inhomogen zusammengesetzten Stofffraktionen, erzielen lassen.

Figur 2



Beschreibung

VIBRATIONSTROCKNER ZUR TROCKNUNG VON SCHÜTTGÜTERN

[0001] Die Erfindung betrifft einen Vibrationstrockner, mit dem verschiedene Sorten an Schüttgütern effizient getrocknet werden können, um z.B. bei einer späteren Energieerzeugung durch Verbrennung (thermische Verwertung) einen höheren Heizwert erzielen zu können.

[0002] Die Erzeugung von Energie und Ökostrom aus Biomasse hat in den letzten Jahren aus umwelt- und energiepolitischen Gründen einen beispiellosen Aufschwung erlebt, und dieser Trend wird sich auch in Zukunft fortsetzen. Der Brennstoffbedarf der Neuanlagen hat zwangsläufig zu steigenden Preisen sowie einer Verknappung der Biomassebrennstoffe geführt. Dadurch wird einerseits die Wirtschaftlichkeit der bestehenden Anlagen stark beeinträchtigt und andererseits die Entwicklung von neuen Projekten limitiert. Daher stehen Technologien, welche helfen die Ressource Biomasse effizienter zu nutzen, im Mittelpunkt des Interesses.

[0003] Der nutzbare Energieinhalt von Biomassebrennstoffen wird fast ausschließlich von deren meist sehr hohen Wassergehalten (40 - 70 %) beeinflusst, da die Verdampfung dieses Wassers sehr viel Energie benötigt, die dann für die eigentliche Energieerzeugung verloren geht. Aus diesem Grund gibt es viele zahlreiche Biomassefeuerungen mit Bedarf für eine Brennstoffvortrocknung, wie beispielsweise Anlagen mit Rauchgaskondensationsanlagen zur Entschwadung oder KWK-Anlagen.

[0004] Bandtrockner werden schon seit langer Zeit für die Trocknung von Stoffen eingesetzt, unter anderem für Hackgut, Sägespäne, Futtermittel und Klärschlamm. Bei diesem Verfahren wird das Trockengut mittels Förderschnecken auf ein Textilband verteilt und durch den Trocknungsbereich transportiert. Mit der Geschwindigkeit des Transportbandes wird der Feuchtegehalt des Trockengutes geregelt. Die mit Wärmetauschern oder ähnlichen Apparaten erwärmte Luft strömt zuerst von oben nach unten durch das Gut und anschließend durch das Gewebeband. Der Ventilator sitzt bei diesen Anlagen im Abluftstrom.

[0005] Zur Reinigung des Textilbandes werden Bürsten und Waschsysteme eingesetzt. Trotzdem kommt es in der Praxis zu einer schleichenden Verlegung des Bandes, deren Verlauf vom eingesetzten Material abhängt. Zudem gibt es innerhalb des Trockengutes keine Relativbewegung, so dass die oberste Schicht immer stärker als die unteren getrocknet wird. Weiterhin reagiert der Trockner sehr empfindlich auf Schwankungen in der Zusammensetzung des Trockengutes. Insofern ist es sehr schwierig, inhomogene Brennstoffe mit Bandtrocknern zu trocknen. Um dennoch eine einigermaßen gleichmäßige Trocknung zu gewährleisten wird nur sortenrein getrocknet, die Schütthöhe gering gehalten, ein Teil des Materials wieder zurückgeführt und das Material nach der Trocknung für einige Stunden zum Feuchteausgleich in ein Silo eingelagert.

[0006] Darüber hinaus reagiert die hier eingesetzte Technik sehr empfindlich auf Störstoffe und Übergrößen. Aus diesem Grund und zur Verbesserung der Trocknungsqualität muss das Trocknungsgut vor dem Trocknungsprozess mittels Zerkleinerung, Siebung und Metallabscheidung aufwendig aufbereitet werden. In der Praxis zeigt sich aber, dass es trotz dieser Vorbehandlung regelmäßig zu Schäden an den Textilbändern kommt. Für die Vortrocknung von inhomogenen Schüttgütern wie beispielsweise Biomassebrennstoffe sind Bandtrockner somit nicht gut geeignet und werden dafür auch nicht eingesetzt.

[0007] Des Weiteren existiert das Prinzip der Durchlauf-trocknung von Hackgut. In einem Durchlauf-trockner wird das Hackgut von oben aufgegeben und mit einer umlaufenden Austragschnecke unten abgezogen. Die Warmluft wird über einen perforierten Boden von unten eingeleitet. Dieses Verfahren ist wegen der Inhomogenität der Brennstoffe in der Praxis nicht geeignet. Darüber hinaus weist das System folgende Nachteile auf: Auf Grund des Schneckenaus-trags ist eine aufwendige, kostenintensive Brennstoffaufbereitung notwendig. Zudem besteht im Silo Verstopfungsgefahr, insbesondere wenn Rinde getrocknet werden soll. Neben hohen Betriebs- und Wartungskosten, welche sich durch den Druckverlust über große Schütthöhen erge-

ben, mindern hohe Investitionskosten auf Grund der aufwendigen Fördertechnik die Wirtschaftlichkeit des Durchlaufrocknungsprinzips.

[0008] Ein weiteres Trocknungssystem wird in der Praxis von einigen kleineren Heizkraftwerken angewandt, indem Brennstoffvortrockner, welche meist im Eigenbau konstruiert werden, in Form von Brennstoffbunkern installiert werden, die von unten mit warmer Luft durchströmt werden. Dabei konnte schon bei einfachen Anlagen in der Praxis eine Reduktion des Brennstoffwassergehaltes um durchschnittlich 10 %-Punkte nachgewiesen werden, was einer Brennstoffeinsparung von circa 20 % entspricht. Weiterhin reduzierte die Kondensationsstufe die Feinstaubemission um 60 - 70 %. Eine erhöhte Geruchsbelastung wurde nicht beobachtet (BIOS, 2001).

[0009] Dieses Verfahren hat trotz seiner Erfolge bei der Vortrocknung von Brennstoffen einige gravierende Nachteile, da ein solches Trocknungssystem nicht bzw. nur unter erschwerten Bedingungen in bestehende Anlagen integriert werden kann. Zudem ist eine Zieltrocknung auf Grund des schlechten Regelverhaltens nicht möglich. Inhomogene Trocknungsergebnisse und hohe Schwankungen im Wassergehalt mindern neben hohen Betriebs- und Stromkosten durch Druckverlust über große Schütthöhen die Ökonomie dieser Trocknungstechnik. Zudem sind ein hoher Wartungs- und Manipulationsaufwand, insbesondere auf Grund des Befüllens und Leeren der Bunker, als Nachteile aufzuführen.

[0010] Durchström-Schwingrinnentrockner sind schon seit Jahrzehnten in verschiedenen Anwendungen in Gebrauch. Durch die Vibrationen verteilt sich das Gut als Teilchenschicht recht gleichmäßig über den Rinnenboden, wobei sich selbst in relativ dünnen Schichten kaum Löcher im Material bilden. Vibrationstrockner eignen sich vornehmlich zum Trocknen rieselfähiger, nicht agglomerierender oder backender Schüttgüter. Heute werden Durchström-Vibrationstrockner vor allem in der chemischen, der Nahrungs-, der Genussmittel- und der Grundstoffindustrie eingesetzt, um empfindliche, feinkörnige sowie homogene Materialien, wie zum Beispiel mineralische Feinstoffe, Düngemittel und Lebensmittel zu trocknen. Es handelt sich dabei meist um kleinere Anlagen mit einer geringen Förderbreite. Die Materialschichthöhe ist bei diesen Anlagen sehr gering und für eine effiziente Nutzung des durchströmenden Mediums in einer Biomasseanwendung nicht geeignet. Für die Trocknung von Biomasse und ähnlich inhomogenen Trockengütern wurden Vibrationstrockner aus diesem Grund bisher nicht verwendet.

[0011] Vor dem Hintergrund der soeben geschilderten Probleme und Mängel der in der Praxis verwendeten Trocknungstechniken, liegt der im Schutzanspruch 1 angegebenen Erfindung das Problem zu Grunde, ein Trocknungssystem für verschiedene Arten von Schüttgütern zu entwickeln, das dazu in der Lage ist ohne zeit- und kostenintensive Vor- und Aufbereitung, inhomogen zusammengesetzte Schüttgüter auf eine wirtschaftlich effiziente Art und Weise trocknen zu können. Zudem muss sich das Trocknungssystem in seiner Bau- und Funktionsweise gut in bestehende Kraftwerksanlagen integrieren lassen.

[0012] Die Lösung dieses Problems wird mit den in den Schutzansprüchen 1 bis 7 aufgeführten Merkmalen herbeigeführt.

[0013] Mit der Erfindung „Vibrationstrockner zur Trocknung von Schüttgütern“ wird ein System entwickelt, das alle gängigen Schüttgutfraktionen mit einem hoch effizienten und gut regelbaren Trockner trocknen kann, ohne dass diese zuvor aufwendig durch Siebung, Zerkleinerung und Metallabscheidung aufbereitet werden müssen.

[0014] Dabei wird das Material direkt oder über einen Vorbunker sowie gegebenenfalls über ein Verteilsystem gleichmäßig auf den eigentlichen Trockner aufgebracht. Dieser besteht aus einer Schwingrinne 1 und 11, welche mit Unwucht- oder Schubkurbelantrieben 8 und Federelementen 7 in Schwingungen versetzt wird. Diese Vibrationen übernehmen auch den Materialtransport, wobei die Transportgeschwindigkeit unter anderem über die Neigung der Schwingrinne 1 und 11, die Amplitude oder die Frequenz der Schwingungen - zum Beispiel die Drehzahl der Unwucht- oder Schubkurbelmotoren 8 - verändert werden kann.

[0015] Durch die spezielle Ausführung dieses Vibrationstrockners sowie die automatische Regelung der Schwingungen kommt es dabei zu einer intensiven Auflockerung sowie zu einer Durchmischung des Materials. Weiterhin wird das Trockengut im Trockner von unten nach oben mit Warmluft durchströmt und getrocknet. Dabei wird durch die optimierte Luftverteilung eine gleichmäßige Durchlüftung und Trocknung des Materials über die gesamte Beleghöhe gesichert. Durch die neuartige, große Schütthöhe des Trocknungsmaterials (z. B. bis 1000 mm) kann der Sättigungsgrad der zugeführten Trocknungsluft vollkommen ausgenutzt werden. Was die Zufuhr der Trocknungsenergie anbelangt, kann sowohl Nieder- als auch Hochtemperatur verwendet werden. Dies ist ein Vorteil gegenüber herkömmlichen Trocknern, bei denen eine effiziente Trocknung oft nur mit aufwendigen Umluftverfahren realisiert werden kann.

[0016] Bei den bisher verwendeten quasi-statischen Trocknungssystemen (z. B. Bandtrocknern) bleibt der Schichtaufbau der Trocknungsgüter während des Prozesses unverändert, was ein ungleichmäßiges Trocknungsergebnis zur Folge hat: Da sich die warme Trocknungsluft stets den einfachsten Strömungsweg sucht und sich folglich in diesen Strömungskanälen bewegt, werden Materialfraktionen, die nicht in der Nähe dieser Strömungskanäle liegen, nur unzureichend getrocknet. Zudem werden bei den Materialschichten, die zuerst mit Luft durchströmt werden generell bessere Trocknungsergebnisse erzielt. Die so entstehende Ungleichverteilung der Materialfeuchtegehalte erschwert eine effiziente thermische Nutzung der Brennstoffe und mindert den Gesamtwirkungsgrad.

[0017] Bei der Erfindung „Vibrationstrockner zur Trocknung von Schüttgütern“ hingegen wird das Trockengut auf Grund der beschriebenen Vibrationsbewegungen der Anlage intensiv durchmischt und aufgelockert, was zu einem deutlich homogeneren Trocknungsergebnis führt. Da sich für die warme Trocknungsluft auf Grund der Materialauflockerung immer wieder neue Strömungskanäle ergeben, werden folglich alle Materialfraktionen und -Schichten erreicht. Darüber hinaus erleichtert die durch Vibrationen herbeigeführte innere Reibung der Trocknungspartikel die Oberflächenverdampfung. Dies steigert wiederum den Wirkungsgrad der Anlage.

[0018] Die durch die Vibrationsbewegungen hervorgerufene Auflockerung und Durchmischung des Materials verbessert neben den Trocknungsergebnissen somit auch die Wirtschaftlichkeit des Systems, da größere Schichthöhen von beispielsweise 1000 mm verarbeitet und damit bessere Durchsatzleistungen erzielt werden können.

[0019] Darüber hinaus wird durch das hohe Schüttbett (z. B. 1000 mm) eine gute Ausnutzung der Trocknungsluft in einem Durchgang erzielt; es ist daher keine aufwändige Umlufttechnik notwendig. Weiterhin sorgt eine Zellenradschleuse 9 dafür, dass trockenes Feinmaterial, welches durch die Öffnungen im Trocknerboden in den Warmluft-Zufuhrkanal gelangt ist, zum Abtransport geführt wird, ohne dass dabei die Warmluft den Trockner ohne Wirkung verlässt, sondern wie vorgesehen durch den perforierten Boden nach oben in die Schwingrinne 1 strömt. Dies verdeutlicht wiederum die gute Effizienz der Anlage. Zudem kann der Vibrationstrockner als Durchlauf- bzw. kontinuierlicher Trockner verwendet werden, da das System dank der beschriebenen Materialdurchmischung und -auflockerung dazu in der Lage ist, auch inhomogen zusammengesetzte Stofffraktionen zu verarbeiten. Ferner sind Chargen-Anwendungen entsprechend der spezifischen Aufgabesituation ebenfalls möglich.

[0020] Des Weiteren besteht ein Vorteil der Trocknungsanlage darin, dass sie sich auf Grund ihrer kompakten und robusten Bauweise sehr gut in bestehende Anlagen integrieren lässt. Die kompakte und zudem kostengünstige Bauweise in verschiedenen Größenklassen ermöglicht zudem eine gut realisierbare Kapazitätsausweitung. Das System arbeitet sehr verschleißarm und bedarf bauartbedingt nur eines geringen Wartungsaufwandes. Grob- und Fremdstoffe stellen für den Vibrationstrockner in Bezug auf Maschinenbeschädigungen oder Trocknungsschwernisse insofern kein Problem dar, als dass das System konstruktionsbedingt auf Einbauten oder anfällige Fördereinrichtungen im Materialfluss verzichtet. Weiterhin ermöglicht die Steuerung des Trockners eine automatische Anpassung des Trocknungsprozesses in Bezug auf die wechselnden Anforderungen der verschiedenen Schüttgutfraktionen.

[0021] Das Ausführungsbeispiel der Erfindung wird anhand der Figuren 1 bis 3 dargestellt. Es zeigen:

[0022] Figur 1 Draufsicht Vibrationstrockner

[0023] Figur 2 Seitenansicht Vibrationstrockner

[0024] Figur 3 3-dimensionaler Durchmischungs- und Partikelreibungsprozess

[0025] Figur 1 zeigt eine Draufsicht des Vibrationstrockners mit den folgenden Komponenten: Schwingrinne mit Siebboden 1, Warmluft-Zufuhr 2, elektrische Schalt- und Steuerungsanlage 3, Ventilator 4, Ansaugkanal 5 und Abtransportförderer 6.

[0026] Figur 2 zeigt eine Seitenansicht des Vibrationstrockners mit den folgenden Komponenten: Schwingrinne mit Siebboden 1 und Seitenwand 11, Warmluft-Zufuhr mit Wärmetauscher 2, Ventilator 4, Abtransportförderer 6, Feder- bzw. Schwingelemente 7, Unwuchtantrieb 8, Zellenradschleuse 9, Regulierklappe 10, Beispiel der vielfältigen Sensoren 12 sowie Zuführband 13.

[0027] In Figur 3 ist der 3-dimensionale Durchmischungs- und Partikelreibungsprozess 14 dargestellt, der sich bei der Vibrationstrocknung durch die hohen Schütthöhen einstellt.

[0028] Alle in den Ansprüchen, den Zeichnungen und der Beschreibung dargestellten Einzel- und Kombinationsmerkmale werden als erfindungswesentlich angesehen. Der Schutzzumfang der Erfindung erstreckt sich nicht nur auf die Merkmale der einzelnen Ansprüche, sondern auch auf deren Kombination.

[0029] Erfinder der in Schutzanspruch 1 angegebenen Erfindung „Vibrationstrockner zur Trocknung von Schüttgütern“ ist Diplom-Ingenieur Burkhard Rudnick, geboren am 04.11.1958 in Becheln. Inhaber der Schutzrechte des Gebrauchsmusters „Vibrationstrockner zur Trocknung von Schüttgütern“ ist das Unternehmen Rudnick & Enners Maschinen- und Anlagenbau GmbH (Firmensitz: 57642 Alpenrod).

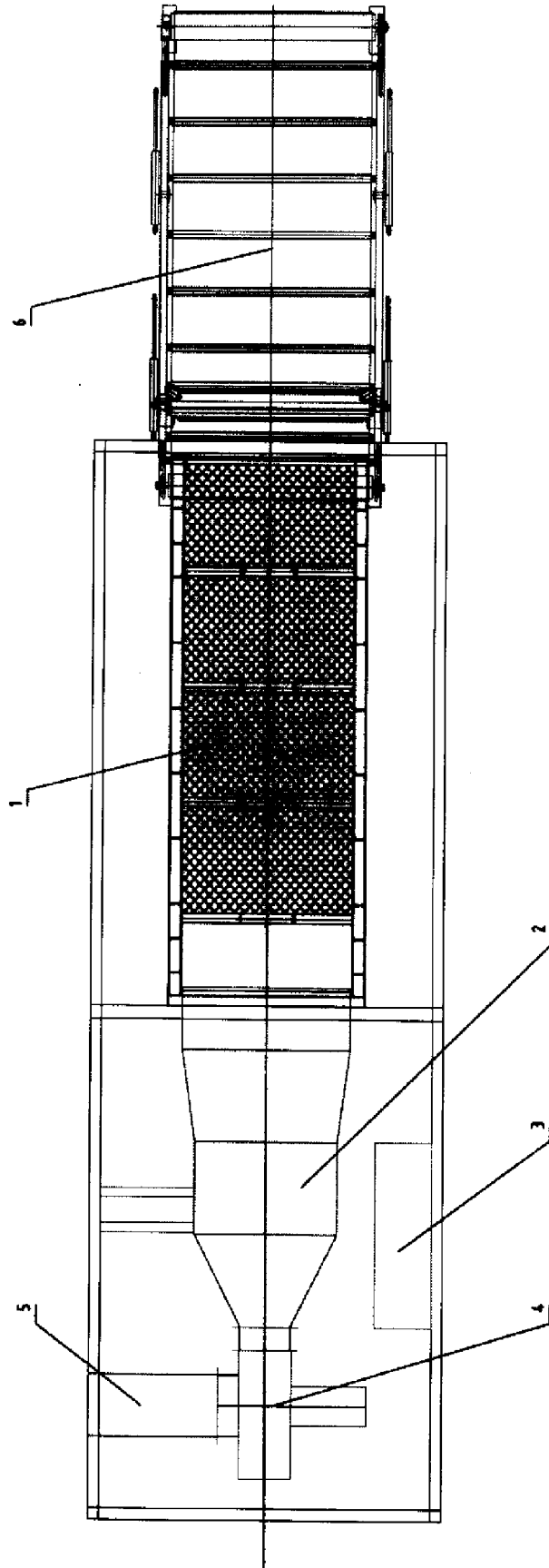
Ansprüche

1. Vibrationstrockner zur Trocknung von Schüttgütern, der alle gängigen Schüttgüter ohne aufwendige Vor- und Aufbereitung mittels durchströmender Warmluft effizient und wirksam trocknet,
dadurch gekennzeichnet,
dass für die Förderung und Trocknung des Materials Unwucht- oder Schubkurbelantriebe (8) sowie Federelemente (7) vorgesehen sind, welche die Schwingrinne (1,11) in Vibrations- Schwingungen versetzen.
2. Vibrationstrockner nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Schwingrinne (1,11) nach Anspruch 1 mit hohen Seitenwänden (11) von z. B. 1200 mm ausgeführt ist.
3. Vibrationstrockner nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Abtransporteinrichtung am Ende des Warmluftkanals unterhalb des Siebbodens der Schwingrinne (1) eine Zellenradschleuse (9) vorgeschaltet ist.
4. Vibrationstrockner nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Zufuhr von warmer Trocknungsluft (2) unterhalb, oberhalb oder seitlich zum Schüttgut mit Lufttemperaturen (\geq oder \leq 100° C) als Hochtemperatur oder Niedertemperatur erfolgt.

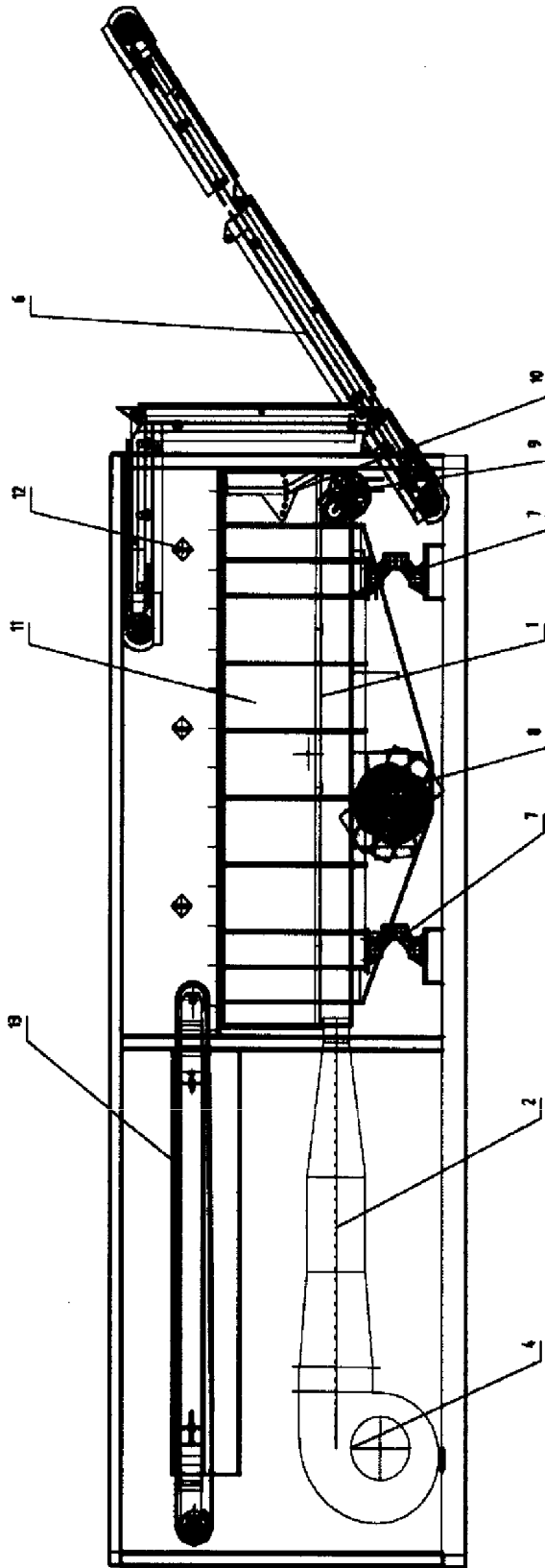
5. Vibrationstrockner nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass eine automatische Anpassung der Vibrationsintensität und Trocknungsvorgänge entsprechend den wechselnden Anforderungen der spezifischen Eigenschaften der Trocknungsmaterialien durch eine in die Maschine integrierte Schalt-, Steuerungs- und Regelanlage (3) erfolgt.
6. Vibrationstrockner nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Austragsquerschnitt (Produktkanal) des Vibrationstrockners durch eine am Ende der Schwingrinne (1,11) vorgesehene, kontinuierlich-verstellbare Regulierklappe (10) gesteuert wird.
7. Vibrationstrockner nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Fördergeschwindigkeit des Trocknungsmaterials durch eine Neigungsverstellung der Schwingrinne (1,11) reduziert oder erhöht wird.

Hierzu 3 Blatt Zeichnungen

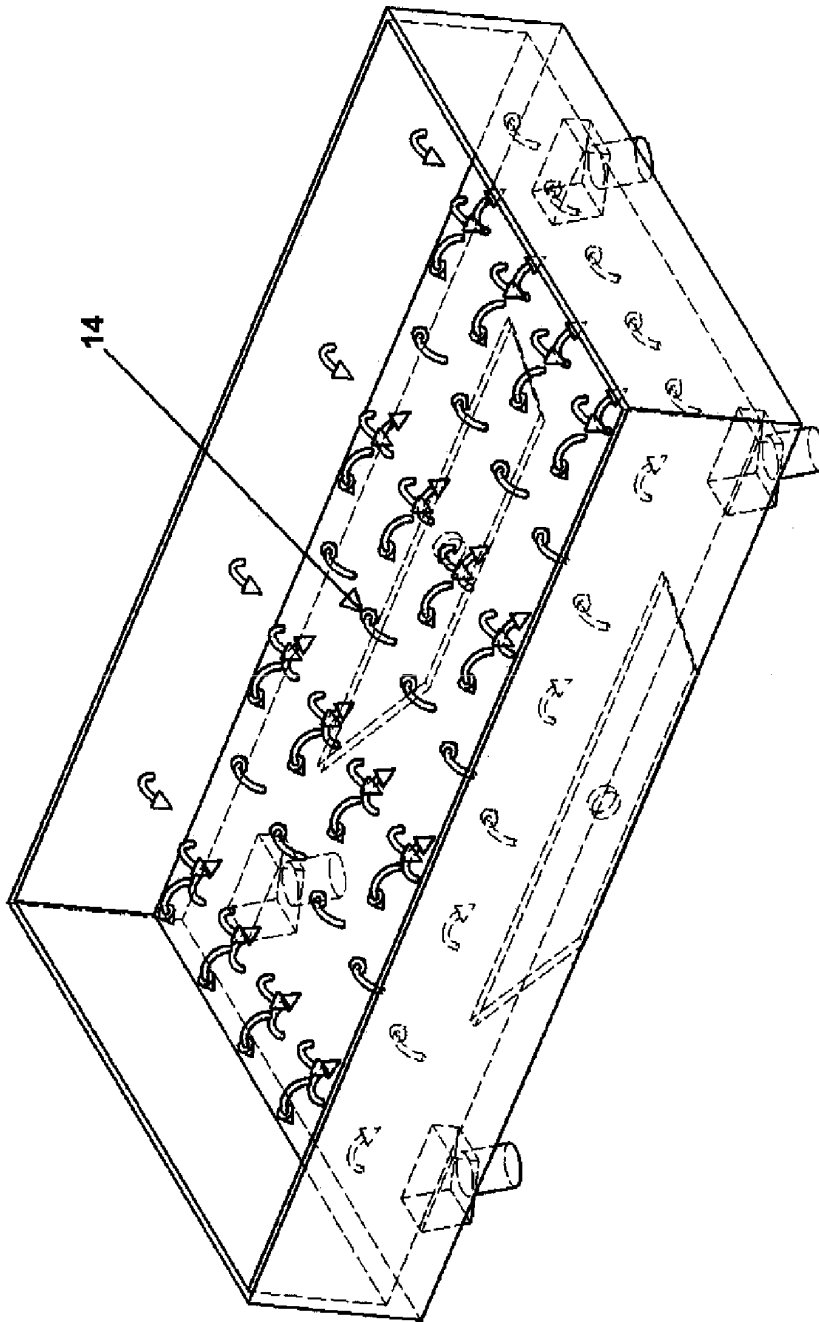
Figur 1



Figur 2



Figur 3



Klassifikation des Anmeldegegenstands gemäß IPC ⁸ : F26B 17/26 (2006.01)		
Klassifikation des Anmeldegegenstands gemäß ECLA: F26B 17/26		
Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation): F26B		
Konsultierte Online-Datenbank: EPODOC, WPI, FULLTEXT		
Dieser Recherchenbericht wurde zu den am 18. November 2009 eingereichten Ansprüchen erstellt.		
Die in der Gebrauchsmusterschrift veröffentlichten Ansprüche könnten im Verfahren geändert worden sein (§ 19 Abs. 4 GMG), sodass die Angaben im Recherchenbericht, wie Bezugnahme auf bestimmte Ansprüche, Angabe von Kategorien (X, Y, A), nicht mehr zutreffend sein müssen. In die dem Recherchenbericht zugrunde liegende Fassung der Ansprüche kann beim Österreichischen Patentamt während der Amtsstunden Einsicht genommen werden.		
Kategorie ¹⁾	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
X	EP 1 418 394 A2 (BINDER CO AG) 12. Mai 2004 (12.05.2004) Fig. 1, Absätze [0006], [0007]	1-4
X	GB 868 675 A (GASCOIGNES READING LTD) 25. Mai 1961 (25.05.1961) Fig. 1, Seite 1 Zeilen 16-21, Seite 2 Zeilen 69-84, 114-120	1, 5-7
X	US 6 230 421 B1 (REED) 15. Mai 2001 (15.05.2001) Fig. 1, 2, Spalte 4 Zeilen 45-67, Spalte 5 Zeile 64 - Spalte 6 Zeile 3, Spalte 6 Zeilen 23-50	1, 4, 5, 7
¹⁾ Kategorien der angeführten Dokumente: X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung : der Anmeldegegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden. Y Veröffentlichung von Bedeutung : der Anmeldegegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist. A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert. P Dokument, das von Bedeutung ist (Kategorien X oder Y), jedoch nach dem Prioritätstag der Anmeldung veröffentlicht wurde. E Dokument, das von besonderer Bedeutung ist (Kategorie X), aus dem ein älteres Recht hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen). & Veröffentlichung, die Mitglied der selben Patentfamilie ist.		
Datum der Beendigung der Recherche: 24. Juni 2010	☒ Fortsetzung siehe Folgeblatt	Prüfer(in): Dr. EHRENDORFER