



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**19.11.2003 Patentblatt 2003/47**

(51) Int Cl.7: **F26B 17/24, F26B 17/10**

(21) Anmeldenummer: **03010678.5**

(22) Anmeldetag: **13.05.2003**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR**  
**HU IE IT LI LU MC NL PT RO SE SI SK TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL LT LV MK**

(71) Anmelder: **Bankwitz, Robert, Dr.**  
**07570 Weida (DE)**

(72) Erfinder: **Bankwitz, Robert, Dr.**  
**07570 Weida (DE)**

(30) Priorität: **13.05.2002 DE 10221367**

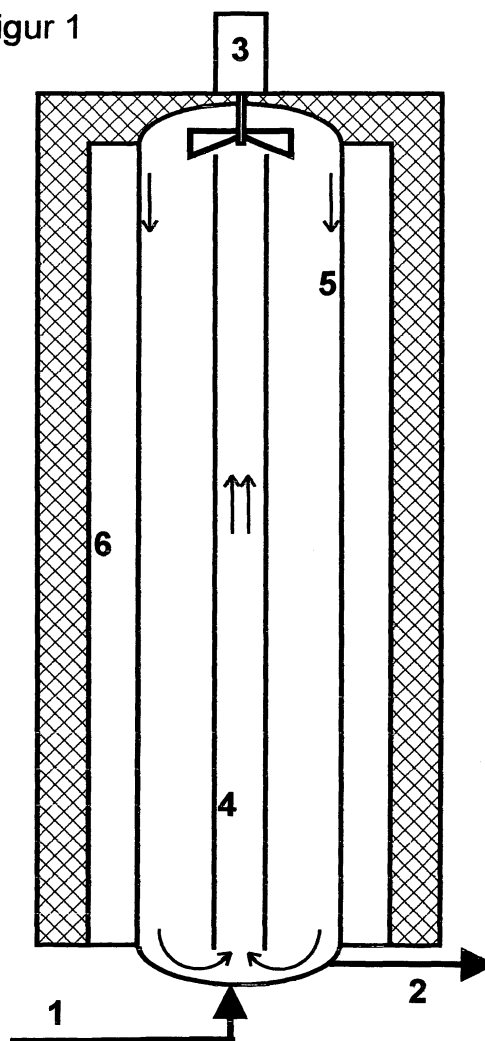
(54) **Pneumatischer Schleudertrockner**

(57) Holzfasern und ähnliche pflanzliche Stoffe werden emissionsarm in Stromtrocknern mit indirekt beheiztem Umgas getrocknet. Das erfordert einen hohen apparativen Aufwand und ist schwer zu regeln. Der neue pneumatische Schleudertrockner soll pneumatisch förderbare Güter bei sehr guter Vereinzelung des Trockengutes unter Verwendung der Wand des Trockenraumes als Wärmetauscher trocknen.

In einem Ofenraum 6 wird ein Schleifenreaktor angeordnet, in welchem das Trockengut-Brüden-Gemisch durch ein Saugrohr 4 mittels Saugzug 3 nach oben transportiert wird und im Fallstrom das Trockengut durch Zentrifugalkraft gegen die als Wärmetauscher fungierende Reaktorwand 5 geschleudert wird. Das Gut 1 wird nass aufgegeben und den Schleudertrockner verlässt Brüdendampf und getrocknetes Gut 2. Dieser Trockner vereinigt den sehr guten Wärmeübergang des Schleudertrockners mit dem sehr einfachen Regelverhalten des Schleifenreaktors, welches näherungsweise dem des idealen Rührkessels entspricht.

Der pneumatische Schleudertrockner eignet sich besonders für Verfahren zur dezentralen Verarbeitung nachwachsender Rohstoffe und für die Aufbereitung von Klärschlamm zur Verbrennung.

Figur 1



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Trocknen pneumatisch förderbarer Güter, insbesondere von Holzfasern und ähnlichen pflanzlichen Stoffe, in einem indirekt beheizten Schleudertrockner.

**[0002]** Bei der industriellen Trocknung von Holzspänen bereiten die meist aus Gründen der Wirtschaftlichkeit angewendeten hohen Temperaturen Emissionsprobleme durch thermische Zersetzung. Holzfasern werden industriell sehr energieintensiv in Stromtrocknern getrocknet.

**[0003]** Rohrbündel-Rotationstrockner galten bisher als die Trockner mit dem geringsten Schadstoffanfall bei der Trocknung von Holzstoffen. Das liegt daran, daß diese Trockner schonend indirekt mit Dampf (oder Wärmeträgeröl) beheizt werden. Von großem Nachteil ist allerdings der dafür erforderliche Dampfkessel, es sei denn, Dampf steht ohnehin zur Verfügung. In normalen Rohrbündeln verhaken sich allerdings Holzfasern. Hierfür eignet sich ein spezieller, aufwendiger Heizregister-trockner der Firma VETTER MASCHINENBAU GMBH KASSEL.

**[0004]** EP 0 457 203 B1 (KUNZ, Priorität 18.05.90) beansprucht einen Trommeltrockner mit geschlossenem Dampf-Luft-Kreislauf, der insbesondere für die Trocknung von Substanzen mit starker Geruchsbelästigung geeignet ist, wobei die Brüden kondensiert werden und die nicht kondensierbaren Brüdenanteile verbrannt werden. Für diesen Trockner wird auch die Nutzung der Kondensationswärme der Brüden beansprucht. In der Patentschrift ist auch die Aufheizung der nicht kondensierbaren Brüdenanteile mittels Rauchgaskühler vor deren Eintritt in die Brennkammer beschrieben.

**[0005]** EP 0 459 603 B1 (KÖRTING, Priorität 01.06.90) beansprucht Verfahren und Anlage zur Trocknung von Holzspänen, Holzfasern oder ähnlichen Schüttgütern in einem Brüdenkreislauf, bei dem die einen Trommeltrockner verlassenden rauchgasfreien Brüden in einem Wärmetaucher von den heißen Brenngasen indirekt erhitzt und dem Trockner wieder zugeführt werden, wobei ein Teilstrom aus diesem Kreislauf abgezweigt und zur thermischen Zersetzung der Schadstoffe zur Brennkammer geführt wird. Eine Brüdenkondensation findet nicht statt. Das gleiche Verfahren beschreibt mit späterer Priorität die Anmeldung EP 0 508 546 A1 (VAN DEN BROEK).

**[0006]** Für die Trocknung von Stoffen, bei denen ein schwer zu reinigendes Brüdenkondensat anfällt, beansprucht EP 0 714 006 B1 (KUNZ, PRIORITÄT 24.11.94) eine Verbesserung des Verfahrens EP 0 459 063 B1 durch Aufheizung des zur Verbrennung gelangenden Brüdenteilstromes mit dem heißen, die Brennkammer direkt verlassenden Rauchgas, damit der folgende Gegenstromwärmetauscher für die Auskopplung der Trocknerwärme an der heißesten Stelle thermisch nicht mehr so stark belastet wird. Die Restwärme der Rauch-

gase wird dann noch zur Aufheizung der Verbrennungsluft und gegebenenfalls noch für eine Vortrocknung genutzt.

**[0007]** Bekanntlich sind Gase aufgrund ihrer geringen Dichte schlechte Wärmeträger und Verdampfungs-Kondensations-Kreisläufe übertragen die Wärme am besten. EP 0 851 194 A3 (KNABE, Priorität DE 196 54 043 C2) beansprucht, daß dem heißen Rauchgas einer Brennkammer zuerst Wärme durch einen Dampferzeuger entzogen wird, bevor in einem zweiten Wärmetauscher der Brüdenkreislauf erhitzt wird. Der Brüdenüberschuß wird verbrannt. Vorzugsweise wird als Trockner offensichtlich ein Rohrbündel-Rotationstrockner mit Gehäuse oder mit drehender Trommel verwendet, wobei ein Stromtrockner vorgeschaltet sein kann. Mit dieser Anordnung sollen niedrigere Abgastemperaturen erreichbar sein, als mit den Trocknern der Firma W. KUNZ DRYTEC AG. Aus der Darstellung ist nicht ersichtlich, ob diese Anordnung wirtschaftliche Vorteile gegenüber dem klassischen Rohrbündel-Rotationstrockner mit nur einem Wärmeträgerkreislauf aufweist.

**[0008]** Nach DE 100 56 459 C1 (FRAUENHOFER-GESELLSCHAFT) können faserige Stoffe mit geringem Schüttgewicht und hoher innerer Reibung, wie z.B. Holzfasern grundsätzlich nicht in einem Trockner nach EP 0 714 006 B1 oder DE 196 54 043 C2 getrocknet werden. Deshalb wird ein Verfahren beansprucht für einen Trockner, bei dem es sich offensichtlich um einen Stromtrockner handelt, mit im Kreislauf zwischen Trockner und Feuerungs-Wärmetauscher erhitzten Brüden und mit Brüdenkondensation, wie es bereits von KUNZ in EP 0 365 851 B1 für einen Trommeltrockner beansprucht wurde, wobei die nicht kondensierten Brüdenanteile so über einen Wärmetauscher in die Feuerung geführt werden, wie es KUNZ in EP 0 714 006 B1 für die Entsorgung von Brüden ohne vorherige Kondensation beansprucht. In Unteranspruch 9 wird dann die Verwendung eines Stromtrockners für das Verfahren beansprucht.

**[0009]** Die DEUTSCHE BUNDESSTIFTUNG UMWELT hat 1999/2000 die Entwicklung des Heißdampf-Fasertrockners der Firma SCHENKMANN & PIEL, LEVERKUSEN gefördert. Hierbei handelt es sich um einen mit 0,5 bis 1,5 bar Überdruck betriebenen 100 m langen Stromtrockner mit nur geringer Überhitzung der im Kreislauf geführten Brüden (< 180 °C) zur Vermeidung gasförmiger Emissionen. Für 1 kg Wasserverdampfung müssen bei diesen Trockner etwa 50 kg (!) Brüden umgewälzt werden.

**[0010]** Die meisten Trocknungsverfahren sind regelungstechnisch ungünstig. DE 196 06 472 C1 (BÖHLER) beschreibt, wie bei einem Durchlauftrockner bereits beim Start die Soll-Restfeuchte durch eine aufwendige Regelung schnell erreicht werden kann. DE 196 09 530 A1 (BÖHLER) beschreibt eine zweistufige Trocknung von Biomasse, wobei die heiße Biomasse der ersten Stufe in einem nachgeschalteten Stromtrockner durch geregelte Verdunstungskühlung mit konditionier-

ter Zuluft auf die exakte Verarbeitungsfeuchte eingestellt wird. EP 1 128 145 A2 (LEB FEUERUNGS-TECHNIK) beschreibt die Regelung eines Stromtrockners durch die Erfassung der Klimadaten innerhalb des Trockners mit Druck-, Temperatur- und Feuchtesensoren, deren Signale von einer Steuerung ausgewertet werden, welche die Temperatur des Heißgasstromes regelt.

**[0011]** Ein Problem bei mehrstufigen Trocknem, z.B. der verbreiteten Kombination Stromtrockner zur Vortrocknung und Trommeltrockner zur Haupttrocknung ist die Menge des durch die gesamte Anlage geführten Brüdenampfes, dessen Abtrennung nach der Vortrocknung DE 44 27 709 A1 (KNABE) beschreibt.

**[0012]** Mit indirekt beheizten Umgas betriebene Durchlauftrockner sind recht aufwendig. Es gibt neue Versuche den Aufwand für emissionsarmen Betrieb von Holzspänetrocknern zu senken. Dazu wird nach WO 0 2001 67016 A1 (VALMET PANELBOARD) vorgeschlagen, den gesamten Überschuß des Umgasstromes eines mit Rauchgasen direkt beheizten Umgasstromes in die Feuerung zurückzuführen und den dadurch entstehenden Überschuß thermisch gereinigter Rauchgase für die ebenfalls direkte Heizung einer ebenfalls mit Umluft betriebenen Vortrocknung zu verwenden, wobei in der Vortrocknung aufgrund wesentlich niedrigerer Temperaturen durch höhere Feuchte weniger Zersetzungsprodukte gebildet werden.

**[0013]** Bei der Trocknung mechanisch unempfindlicher Güter, bzw. wenn ohnehin in einem Verfahren mit Zerkleinerung gearbeitet wird, werden mit Schleudertrocknern sehr gute Stoff- und Wärmeübergänge erreicht. Durch die sehr gute Vereinzelung des Trockengutes steht nahezu die gesamte spezifische äußere Oberfläche des Trockengutes bei gleichzeitig hohen Turbulenzen für den Stoff- und Wärmeaustausch zur Verfügung. Einen interessanten Schleuder-Schnelltrockner beansprucht EP 0 862 718 B1 (APV ANHYDRO). Dieser mit Umgas indirekt beheizte pneumatische Schleudertrockner in stehender Bauart kombiniert in einem Behälter eine achsial stehende Schleuderwelle mit einem klassierenden Stromtrockner. Hier wird aus einer Suspension Granulat definierter Körnung hergestellt. Für die Trocknung von Holzfasern und ähnlichen pflanzlichen Stoffen scheint dieser pneumatische Schleudertrockner mit Umgasbetrieb aber weniger geeignet zu sein.

**[0014]** Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist ein Verfahren und eine Vorrichtung für die indirekte Trocknung pneumatisch förderbarer Güter, insbesondere für Holzfasern und ähnliche pflanzliche Stoffe, bei sehr guter Vereinzelung des Trockengutes und Verwendung der Wand des Trockenraumes als Wärmetauscher.

**[0015]** Die Lösung dieser Aufgabe ist in Patentanspruch 1 angegeben.

**[0016]** In Figur 1 sind die wesentlichen Elemente der Erfindung dargestellt: Der aus Saugzug 3, Saugrohr 4 und Fallrohr 5 bestehende Schleifenreaktor steht in ei-

nem Ofen 6. Das Gut 1 wird naß aufgegeben und den Schleudertrockner verläßt Brüdenampf und getrocknetes Gut 2.

**[0017]** Der erfindungsgemäße pneumatische Schleudertrockner vereinigt den sehr guten Wärmeübergang des Schleudertrockners mit dem sehr einfachen Regelverhalten des Schleifenreaktors, welches näherungsweise dem des idealen Rührkessels entspricht. Als Stromtrockner ist er insbesondere für die Trocknung schwer handhabbarer Güter wie Holzfasern und ähnliche pflanzliche Stoffe geeignet. Im Gegensatz zu den heute gebräuchlichen Lösungen indirekt beheizter Stromtrockner entfällt aber der aufwendige Eintrag der Verdampfungswärme über einen Brüdenkreislauf mit verschiedenen Apparaten und die für geringe Überhitzung der Brüden erforderliche extrem hohe Gasumwälzung bzw. die für geringere Umwälzung erforderliche hohe Brüdenüberhitzung mit Produktzersetzung. Nach Patentanspruch 2 steht der Schleudertrockner direkt in einem Ofen. Das ausgebrannte Rauchgas wird durch die Rezirkulation schlagartig auf Ofentemperatur von z. B. 450 °C abgekühlt und den an der Reaktorwand überhitzten Brüden von z.B. 150 °C wird sofort durch den Trockenprozeß wieder Wärme entzogen. Für 1 kg Wasserverdampfung werden z.B. 10 kg Brüden umgewälzt. Die voneinander unabhängigen Verweilzeiten des Trockengutes und der Brüden betragen üblicher Weise 10 bis 300 Sekunden.

**[0018]** Das Trockengut-Brüden-Gemisch wird im Schleifenreaktor mit einem Transportlaufrad umgewälzt, wie es aus dem Saugzug der pneumatischen Späneförderung bekannt ist. Das ist ein sehr robustes offenes Radialgebläse mit geschlossener Rückseite, an dem nichts hängen bleibt. Beim Durchgang durch das Transportlaufrad und beim Schleudern gegen die Reaktorwand wird das Trockengut sehr gut vereinzelt, wie in jedem Schleudertrockner. Die im Fallrohr durch Fliehkraft an der Reaktorwand reibenden Trockengut-Teilchen bewirken eine dünne PRANDTLsche Grenzschicht und damit einen hervorragenden Wärmeübergang von der Wand auf die umgewälzten Brüden.

**[0019]** Bei innerer Umwälzung ist das in diesem Fall in einem Schleifenreaktor vorhandene Leitrohr als Saugrohr ausgebildet, der Saugzug sitzt direkt auf dem Saugrohr und schleudert das Trockengut freiblasend gegen die als Wärmetauscher fungierende Reaktorwand. Zur Vergrößerung der Wärmetauscherfläche ist es vorteilhaft, mit mehreren Fallrohren zu arbeiten, die über einen Verteilerkopf absolut gleichmäßig beschickt werden.

**[0020]** Grundsätzlich kann der erfindungsgemäße Schleudertrockner auch mittels Saugzug unten betrieben werden, wobei das Transportlaufrad gleichzeitig Bodenrührwerk sein kann. In diesem Fall erfolgt eine äußere Umwälzung des Trockengut-Brüden-Gemisches. Diese Ausführung, bei der die gesamte Maschinentechnik ebenerdig angebracht ist, kann für kleinere Trockner sehr vorteilhaft sein.

**[0021]** Im Inneren des erfindungsgemäßen pneumatischen Schleudertrockners wird die Wärme von der Trocknerwand ohne große Überhitzung der Brüden an des Trockengut transportiert. Durch die thermische Trägheit der Trocknerwand kann bei Störung der Beschickung mit Trockengut sehr schnell eine den gesamten Trockenraum erreichende Notkühlung mit eingedüstem Wasser erfolgen. Damit kann das besondere Brandrisiko des Trocknungsvorganges pflanzlicher Stoffe praktisch ausgeschlossen werden. Wenn es dennoch einmal zum Brand kommen sollte, wird dieser durch Abschieben aller Öffnungen einfach erstickt. Sollte einmal unzulässiger Überdruck aufgebaut werden, wird dieser über Druckentlastungsklappen abgebaut.

**[0022]** Der pneumatische Schleudertrockner läßt sich sehr gut nach der Innentemperatur des Schleifenreaktors regeln. Die Restfeuchte korreliert für ein gegebenes Produkt sehr gut mit dieser Temperatur. Zum Anfahren wird der Trockner auf die Betriebstemperatur vorgeheizt und dann wird langsam nasses Trockengut aufgegeben in solcher Menge, daß die Innentemperatur ständig im Soll-Wert-Bereich bleibt. Dabei wird die Gutaufgabe stetig erhöht, bis die Ofenwand voll aufgeheizt ist und die volle Feuerungsleistung für die Trocknung verfügbar ist. Zum Abfahren wird die Feuerung eingestellt und solange mit abnehmender Beschickung weiter getrocknet, bis gefahrlos abgeschaltet werden kann. Der Trockner kann auch durch Verdampfung eingedüsten Wassers schnell entleert und abgekühlt werden.

**[0023]** Zur Kraft-Wärme-Kopplung kann der pneumatische Schleudertrockner mittels Abgas einer Gasturbine beheizt werden oder mit Abdampf eines Dampfmotors, einer Gegendruckturbine oder einer Entnahme-Kondensationsturbine. Für Dampfbeheizung können die Fallrohre auch als Doppelmantelrohre ausgeführt werden. Für Dampf einer organischen Flüssigkeit kann der pneumatische Schleudertrockner als Kondensator eines ORC-Kraftwerkes verwendet werden.

**[0024]** Besonders geeignet ist der erfindungsgemäße Schleudertrockner für die dezentrale Verarbeitung nachwachsender Rohstoffe. Hierfür haben die Anlagen vorzugsweise eine Feuerungsleistung von 0,3 bis 3 MW. Eine hohe Wirtschaftlichkeit wird dabei durch Verfeuerung von Biomasse erreicht. So kann z.B. bei der Herstellung von Holzfasern mittels Doppelschneckenextruder der Firma LEHMANN MASCHINENBAU GMBH JOCKETA aus nassen Holzhackschnitzeln aus Ganzbaumemte der Feinanteil, welcher einen hohen Anteil an Rinde und an Nadeln bzw. Laub enthält, durch Windsichten abgetrennt und direkt in einer Vorofenfeuerung verbrannt werden. Der Windsichter kann dabei auf den jeweils momentanen Brennstoffbedarf eingestellt werden. In diesem Fall gibt es nur eine gemeinsame Linie für Rohstoff und Brennstoff.

**[0025]** In dem erfindungsgemäßen pneumatischen Schleudertrockner wird das Trockengut wie in jedem Schleudertrockner sehr gut vereinzelt, so daß in der Re-

gel nahezu die gesamte spezifische Oberfläche des Trockengutes für den Stoff- und Wärmeaustausch mit den Brüden zur Verfügung steht und durch die hohen Turbulenzen sehr gute Stoff- und Wärmeübergänge erreicht werden. Bis zur Knickpunktfeuchte ist der geschwindigkeitsbestimmende Schritt der Wärmeeintrag in den Trockner. Für Trocknung bis zur Knickpunktfeuchte ist daher das Verweilzeitverhalten des einfachen Rührkessels ausreichend. Für weitergehende Trocknung, wie sie etwa für die Spanplattenverleimung erforderlich ist, können auch zwei oder mehr Trockner als Kaskade in Reihe geschaltet werden, um nur für die diffusionskontrollierte Endtrocknung unterhalb der Knickpunktfeuchte höhere Temperaturen im Trockner zu fahren. Auch können in der Haupttrocknung zwei oder mehr Schleudertrockner parallel arbeiten und mit einem gemeinsamen Schleudertrockner für die Endtrocknung in Reihe geschaltet sein.

**[0026]** Das aus dem Schleudertrockner ausgeschleuste Trockengut kann mit Luft pneumatisch abtransportiert werden. Dabei wird die fühlbare Wärme des Trockengutes noch für eine Nach Trocknung durch Verdunstungskühlung genutzt. Noch besser ist der Wirkungsgrad, wenn die Transportluft vorher mit Abwärme aufgeheizt wird. Die verbrauchte Transportluft wird vorteilhaft als Verbrennungsluft in der Feuerung des Trockners genutzt. Bei brennbaren Trockengut, wie pflanzlichen Materialien ist dann keine weitere Entstaubung nach dem Produktabscheider mehr erforderlich. Der Wasserdampf aus der Nach Trocknung muß zwar mit den Rauchgasen auf Abgastemperatur aufgeheizt werden, das erfordert aber nur einen Bruchteil der eingesparten Verdampfungswärme.

**[0027]** Der pneumatische Schleudertrockner wird vorzugsweise auch pneumatisch beschickt. Wenn dafür Transportluft verwendet wird, sinkt zwar der Wasserdampfpartialdruck im Trockner, was für die Trocknung vorteilhaft ist, aber ebenso sinkt auch die Taupunkttemperatur der Brüden, was für die Abwärmenutzung nachteilig ist. Brüdendampf sollte als Transportgas überhitzt werden, um Taupunktunterschreitungen zu vermeiden. Durch eine solche Brüdenüberhitzung mit einem Abgaskühler wird der Wirkungsgrad verbessert. Der pneumatische Schleudertrockner kann aber z.B. auch mit einer Förderschnecke beschickt werden.

**[0028]** Brüdendampf mit hoher Taupunkttemperatur ist bekanntlich sehr gut für die Abwärmenutzung geeignet. Oft fehlt aber der Wärmebedarf am Anfallort. Zur Trocknung vorgesehene nachwachsende Rohstoffe sind oftmals naß. In diesem Fall kann es vorteilhaft sein, die Rohstoffe mit Brüdendampf zu dämpfen, um die Aufheizung im Trockner einzusparen. Das beim Dämpfen ablaufende Wasser ist in der Regel sehr gut biologisch zu reinigen. Ein solcher Dämpfer bewirkt gleichzeitig eine Entstaubung der Brüden.

**[0029]** Der Brüdendampf kann aber z.B. auch in einem Luftkühler kondensiert werden, der nicht kondensierte Anteil direkt oder indirekt der Feuerung zugeführt

werden und die erhitzte Luft kann zur Vor- oder Nachtrocknung verwendet werden. So kann gehäckseltes Grünfutter im pneumatischen Schleudertrockner vorgetrocknet und auf einem Bandrockner nachgetrocknet werden. Das Grünfutter wird nach Vortrocknung wesentlich besser durchlüftet und die Heizenergie wird hier zweimal genutzt. Oder Holzhackschnitzel werden für die Herstellung von Brennstoffpellets in Silos mit Bodenbelüftung durch diese warme Luft vorgetrocknet, in einer Hammermühle zerkleinert, im pneumatischen Schleudertrockner getrocknet und dann pelletiert.

**[0030]** Beispiel 1: Anlage und Verfahren zur Verarbeitung von Holzhackschnitzeln zu Holzfasern mit Trocknung in einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Trockners.

**[0031]** Die wichtigsten Abmessungen sind in etwa: Acht Fallrohre 508 x 8 mm mit 12.750 mm Fallhöhe. Das Saugrohr 406,4 x 12 mm, der Verteilerkopf aus quadratischem Hohlprofil 150 x 10 mm und halbkugelförmige Sammelvorrichtung 2.600 mm Durchmesser, 1.300 mm Höhe und 10 mm Wandstärke. Dieser Schleifenreaktor ist aus Werkstoff St 37-2 gefertigt. Die Ofenwand hat einen Innendurchmesser von 2.400 mm und einen Außendurchmesser von 3.000 mm und ist mit mineralischer Dämmwolle auf etwa 100 kg/m<sup>3</sup> ausgestopft. Die Innenseite der Ofenwand besteht aus einem 1 mm starken Blechmantel aus Werkstoff 1.4713, der zur Versteifung und zur Längenkompensation mit Quersicken versehen ist. Die Brennkammer für eine Holzeinblasfeuerung und alle thermisch hoch belasteten Ofeneinbauten sind aus Werkstoff 1.4762 gefertigt. Die gesamte Wärmetauscherfläche beträgt etwa 180 m<sup>2</sup>. Die maximale Verdampfungsleistung beträgt für Wasser je nach Gut und Wandtemperatur ca. 1.200 bis 2.400 kg/h. Danach wird die Feuerungsleistung je nach den konkreten Gegebenheiten auf 0,99 bis 2,7 MW ausgelegt, wobei grundsätzlich jeder Brennstoff möglich ist. Der spezifische Stromverbrauch des Saugzuges beträgt 0,01 bis 0,06 kWh/kg Wasserverdampfung. Der Schleifenreaktor mit Ofenwand ist das größte Einzelteil für die Montage und bereitet mit 3.000 x 3.000 x 16.000 mm Abmessung keinerlei Probleme für den Straßentransport.

**[0032]** Die nassen Hackschnitzel werden aus dem Bunker mittels Schubboden ausgetragen zum Windsichter, wo der Feinanteil nach dem jeweiligen Wärmebedarf des Trockners mittels Transportluft ausgetragen und in eine Vorofenfeuerung eingeblasen wird.

**[0033]** Die vom Feingut abgetrennten Hackschnitzel gelangen über ein Förderband in den Dämpfer, wo das grobkörnige Haufwerk gut von Brüdenampf durchströmt wird. Die kondensierten Brüden und das aus den Hackschnitzeln abgelaufene Wasser werden einer biologischen Reinigung zugeführt. Aus den in Dämpfer entstaubten Brüden wird je nach sonstigen Wärmebedarf in einem Kondensator Abwärme mit 80 °C Vorlauftemperatur zurückgewonnen.

**[0034]** Die gedämpften heißen Hackschnitzel werden einen Doppelschneckenextruder der Firma LEHMANN

MASCHINENBAU GMBH JOCKETA zur Zerkleinerung zugeführt und gelangen von dort mit einer Förderschnecke in das Saugrohr des Trockners.

**[0035]** Im Schleudertrockner wird das Holzfaser-Brüden-Gemisch an der tiefsten Stelle der Sammelvorrichtung vom Saugrohr angesaugt, wobei oberhalb der Sammelvorrichtung in das Saugrohr auch das frische Material zugeführt wird. Oberhalb des Saugrohres ist ein Transportlaufrad, wie es aus der Späneförderung bekannt ist, mit senkrecht stehender Achse im Verteilerkopf hängend angebracht. Der Verteilerkopf entspricht dem Gehäuse eines Radialgebläses mit dem Unterschied, daß er mehrere um eine Symmetriedrehachse angeordnete Abgänge besitzt, hier acht Stück. Das Transportlaufrad schleudert das angesaugte Holzfaser-Brüden-Gemisch durch die Abgänge des Verteilerkopfes mit tangentialem Eintritt in die Fallrohre, wo die Holzfasern gegen die Wand geschleudert auf einer Spiralbahn abwärts fallen und gemeinsam mit den umgewälzten Brüden in die Sammelvorrichtung gelangen, wo sie wieder angesaugt werden.

**[0036]** Am Boden der Sammelvorrichtung sorgt ein Bodenrührwerk dafür, daß sich kein Holzfaserstoff absetzt und dafür, daß ständig Holzfasern in den Abgang transportiert werden, von wo sie mit den Brüden zum Zyklonabscheider gelangen.

**[0037]** Die Einblasfeuerung ist als Vorofen ausgebildet, damit bei dem Feinanteil der nassen Hackschnitzel die für eine saubere Verbrennung notwendige Brennkammertemperatur erreicht wird. Der eigentliche Ofenraum des Schleudertrockners steht auf der halbkugelförmigen Sammelvorrichtung des Schleifenreaktors und umhüllt den gesamten übrigen Teil des Schleifenreaktors, bis auf den Antrieb des Transportlaufrades. Die etwa 400 °C heißen Abgase des Ofens werden im Luftvorwärmer auf etwa 200 °C Schornsteintemperatur abgekühlt.

**[0038]** Beispiel 2: Verfahren zur Herstellung von Brennstoffpellets aus nassen Sägespänen.

**[0039]** Von einem regelbaren Beschickungsband wird der pneumatische Schleudertrockner über eine Zellenradschleuse in einem pneumatischen Bypass mit Sägespänen beschickt. In einem Zyklonabscheider werden die getrockneten Sägespäne von den Brüden getrennt und über eine Zellenradschleuse direkt einer Pelletpresse der Firma MÖNCH, RATINGEN zugeführt. Der optimale Trocknungsgrad der Sägespäne wird nach dem Aussehen der Pellets beurteilt und die Geschwindigkeit des Beschickungsbandes entsprechend erhöht oder verringert. Durch die Heißdampf-Kurzzeit-Trocknung entfällt die sonst erforderliche Konditionierung und der Zwischenpuffer. Beispiel 3: Verfahren zur energieautarken Klärschlamm-trocknung mit direkter Verbrennung und optionaler Phosphatrückgewinnung.

**[0040]** Die organische Trockensubstanz (oTS) von kommunalem Klärschlamm hat etwa den Heizwert wie trockenes Holz. Mit Filterpressen oder Zentrifugen mechanisch entwässerter Klärschlamm mit mindestens 20

% oTS kann daher autotherm verbrannt werden. Nach dem Stand der Technik wird der Klärschlamm dazu getrocknet und das Trockengut kann für die Beheizung des Trockners verbrannt werden. Da der Klärschlamm beim Trocknen eine sogenannte Leimphase durchläuft, muß er für die Trocknung in Konvektionstrocknern durch Rückvermischung mit Trockengut auf über 60 % TS eingestellt werden. Durch die innere Produktrückführung ist der erfindungsgemäße pneumatische Schleudertrockner hierfür bestens geeignet. In die Sammelvorrichtung wird ein Knetwerk eingebaut, welches die Vermischung zu krümeliger Konsistenz bewirkt.

**[0041]** Der staubförmige trockene Klärschlamm wird in einem Zyklon vom Brügendampf grob getrennt und mit vorgewärmter Luft in einen Wirbelstrombrenner der GIV MBH, HALLE sehr sauber verbrannt. Die staubigen Brüden werden direkt der Sekundärbrennkammer zugeführt und somit thermisch gereinigt. Mit den vollständig ausgebrannten Rauchgasen wird der Dampferzeuger beheizt. Der Dampfmotor des Stromerzeugers wird mit 16 bar Gegendruck betrieben und der Trockner fungiert als Kondensator.

**[0042]** Durch die Monoverbrennung kann die Asche von Klärschlamm ohne Schwermetallbelastung direkt als biocidfreier Phosphatdünger verwendet werden, ansonsten ist eine weitergehende Aufbereitung für die Phosphatrückgewinnung erforderlich.

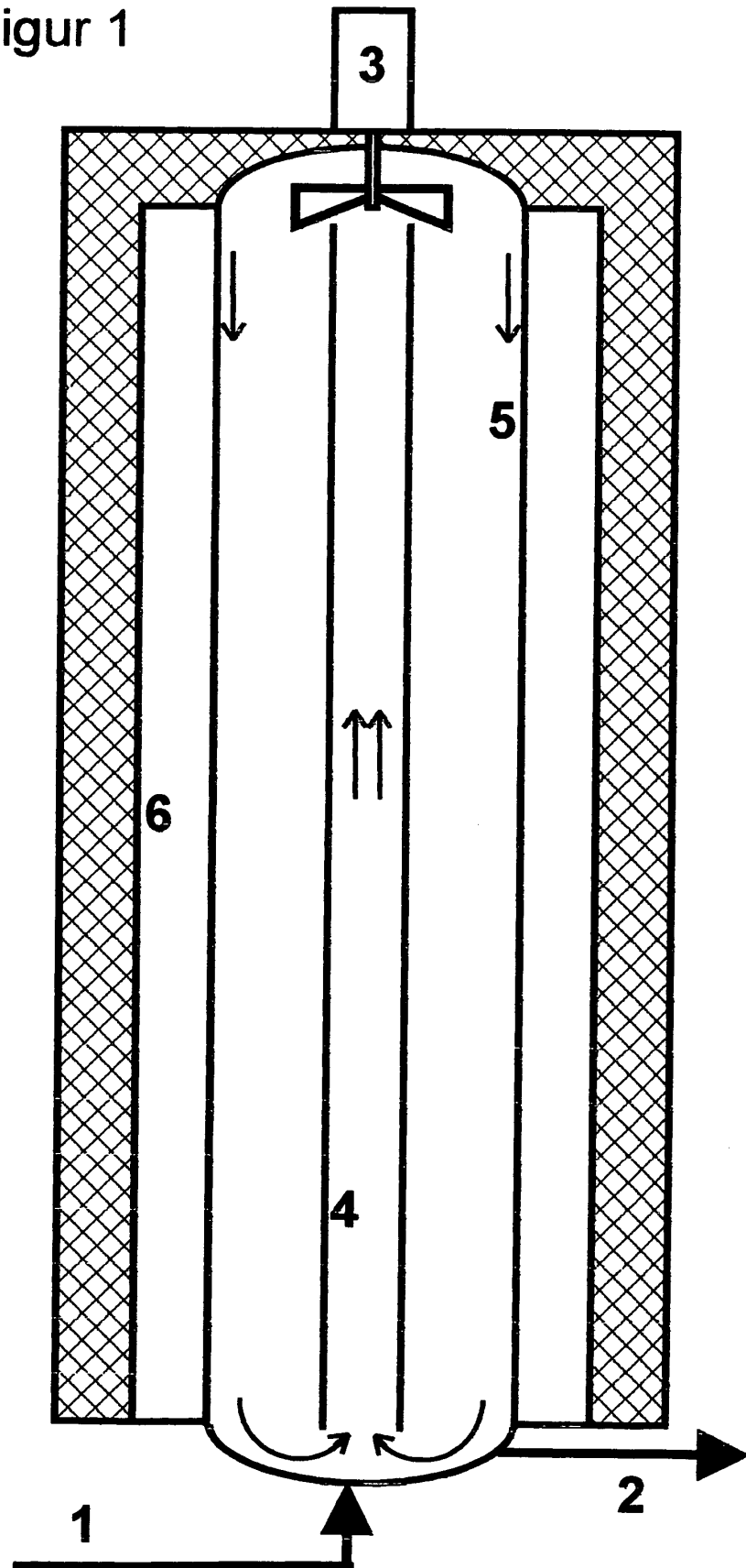
#### Patentansprüche

1. Verfahren zum Trocknen pneumatisch geförderter Güter mit einem indirekt beheizten Schleifenreaktor, in welchem das Trockengut-Brüden-Gemisch mittels Transportlaufrad in solcher Weise pneumatisch umgewälzt wird, daß das Trockengut im Fallstrom durch Zentrifugalkraft gegen die als Wärmetauscher fungierende Reaktorwand geschleudert wird.
2. Vorrichtung für das Verfahren nach Anspruch 1 mit einem Schleifenreaktor, der direkt in einem Ofen steht, welcher mit einer Feuerung oder mit heißen Abgasen beheizbar ist.
3. Vorrichtung für das Verfahren nach Anspruch 1, bei welcher der Schleifenreaktor indirekt mit Dampf beheizbar ist.
4. Vorrichtung für das Verfahren nach Anspruch 1, bei welcher der Schleifenreaktor im Wesentlichen aus einem stehenden zylindrischen Behälter und einem freiblasenden Saugzug mit Saugrohr besteht, wobei der Saugzug so angeordnet ist, daß mittels Saugrohr über dem Boden des Behälters Trockengut-Brüden-Gemisch ansaugt werden kann und durch das freiblasende Transportlaufrad des Saugzuges Trockengut gegen den obersten Teil der

Wand des zylindrischen Behälters geschleudert werden kann.

5. Vorrichtung für das Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Schleudertrockner mehrere Fallrohre besitzt, die oben über tangentialen Einströmöffnungen mit einem Verteilerkopf verbunden sind, welcher über eine Transportleitung mit der unter den Fallrohren angeordneten Sammelvorrichtung verbunden ist.
6. Vorrichtung für das Verfahren nach Anspruch 1 mit einem oder mehreren Bodenrührwerken zur Verhinderung von Ablagerungen am Boden des Schleifenreaktors und gegebenenfalls auch im unteren Teil des Saugrohres und gegebenenfalls auch mit Rührwerksbeschaufelung zur Beförderung von Trockengut zum Saugrohr und/oder zum Abgang.
7. Vorrichtung für das Verfahren nach Anspruch 1, wobei zwei oder mehr Schleudertrockner eine Kaskade bilden.
8. Verfahren nach Anspruch 1 mit pneumatischer Zuführung des Trockengutes zum Schleudertrockner, wobei Brügendampf als Transportmedium verwendet wird, der gegebenenfalls auch überhitzt werden kann, insbesondere in einem Abgaskühler.
9. Verfahren nach Anspruch 1 mit Abführung der Kondensationswärme der Brüden, vorzugsweise mit Entsorgung des nicht kondensierten Anteils der Brüden über die Feuerung des Schleudertrockners.
10. Verfahren nach Anspruch 1 mit nachgeschalteter pneumatischer Förderung zur Abwärmenutzung durch Verdunstungskühlung, wobei die verwendete Transportluft vorzugsweise der Feuerung des Schleudertrockners zugeführt wird.

Figur 1





Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 03 01 0678

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
Y	FR 998 617 A (ABERLEN J;MOREAU L) 21. Januar 1952 (1952-01-21) * das ganze Dokument *	1,3,4,7,9	F26B17/24 F26B17/10
Y	EP 0 536 650 A (KLEIN ALB GMBH CO KG) 14. April 1993 (1993-04-14) * das ganze Dokument *	1,3,4,7,9	
A	DE 148 620 C (KLAFTEN) * das ganze Dokument *	1,3,7	
A	US 1 571 518 A (ERNEST FOSTER) 2. Februar 1926 (1926-02-02) * das ganze Dokument *	1	
A	DE 39 19 828 A (BURGERT BURDOSA) 20. Dezember 1990 (1990-12-20) * das ganze Dokument *	1	
A	GB 1 322 018 A (DO NII CHERNOJ METALLURGII) 4. Juli 1973 (1973-07-04) * das ganze Dokument *	5	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
A	US 2 118 078 A (HEINRICH FLUGEL) 24. Mai 1938 (1938-05-24) * das ganze Dokument *	6	F26B
D,A	EP 0 459 603 A (KOERTING HANNOVER AG ;BAEHRE & GRETEN (DE)) 4. Dezember 1991 (1991-12-04) * das ganze Dokument *	8	
D,A	DE 100 56 459 C (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG) 4. April 2002 (2002-04-04) * das ganze Dokument *	9	
		-/--	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
DEN HAAG	20. August 2003	Silvis, H	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			

EPO FORM 1503 (3.92) (P04C03)





Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 03 01 0678

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
D,A	DE 196 09 530 A (FRITZ EGGER GES M B H & CO) 2. Oktober 1997 (1997-10-02) * das ganze Dokument *	10	
A	DE 16 29 070 A (SEIDNER MASCHF E) 28. Januar 1971 (1971-01-28)		
A	US 3 861 059 A (LINDEMANN WILHELM ET AL) 21. Januar 1975 (1975-01-21)		
A	DE 20 06 366 A (GEBR. GIULINI GMBH) 12. August 1971 (1971-08-12)		
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>DEN HAAG</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>20. August 2003</b>	Prüfer <b>Silvis, H</b>
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03/82 (P04C03)

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

EP 03 01 0678

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente 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.

20-08-2003

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
FR 998617	A	21-01-1952	KEINE		
EP 0536650	A	14-04-1993	DE	4133642 C1	25-02-1993
			AT	136110 T	15-04-1996
			CZ	9203074 A3	16-06-1993
			DE	59205833 D1	02-05-1996
			EP	0536650 A1	14-04-1993
DE 148620	C		KEINE		
US 1571518	A	02-02-1926	KEINE		
DE 3919828	A	20-12-1990	DE	3919828 A1	20-12-1990
GB 1322018	A	04-07-1973	KEINE		
US 2118078	A	24-05-1938	KEINE		
EP 0459603	A	04-12-1991	DE	4017806 A1	05-12-1991
			AT	97225 T	15-11-1993
			AU	7806091 A	05-12-1991
			CA	2043681 A1	02-12-1991
			CS	9101635 A3	19-02-1992
			DE	59100574 D1	16-12-1993
			EP	0459603 A1	04-12-1991
			ES	2046848 T3	01-02-1994
			FI	912615 A	02-12-1991
			JP	4227464 A	17-08-1992
			RU	2023964 C1	30-11-1994
			US	5237757 A	24-08-1993
			ZA	9104130 A	25-03-1992
DE 10056459	C	04-04-2002	DE	10056459 C1	04-04-2002
			WO	0240932 A1	23-05-2002
			EP	1334323 A1	13-08-2003
DE 19609530	A	02-10-1997	DE	19609530 A1	02-10-1997
DE 1629070	A	28-01-1971	DE	1629070 A1	28-01-1971
US 3861059	A	21-01-1975	DE	2232611 A1	24-01-1974
			AT	322448 B	26-05-1975
			AU	475396 B2	19-08-1976
			AU	5731473 A	09-01-1975
			BE	798765 A1	16-08-1973
			CA	1004457 A1	01-02-1977

EPO FORM P0461

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

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

EP 03 01 0678

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patendokumente 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.

20-08-2003

Im Recherchenbericht angeführtes Patendokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 3861059 A		DD 104134 A5	20-02-1974
		FR 2237532 A5	07-02-1975
		GB 1427746 A	10-03-1976
		JP 960775 C	28-06-1979
		JP 49116651 A	07-11-1974
		JP 53040986 B	30-10-1978
		ZA 7304464 A	26-06-1974
DE 2006366 A	12-08-1971	DE 2006366 A1	12-08-1971

EPO FORM P0461

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