

(19)



(11)

EP 3 121 544 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
25.01.2017 Patentblatt 2017/04

(51) Int Cl.:
F26B 3/06 (2006.01) **F26B 17/20** (2006.01)
F26B 21/08 (2006.01) **F26B 21/10** (2006.01)
F26B 25/04 (2006.01) **F26B 25/22** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **16172425.7**

(22) Anmeldetag: **01.06.2016**

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

(71) Anmelder: **SaatInvest GmbH & Co. KG**
83098 Brannenburg (DE)

(72) Erfinder: **Steinbeis, Michael**
83098 Brannenburg (DE)

(74) Vertreter: **Weickmann & Weickmann PartmbB**
Postfach 860 820
81635 München (DE)

(30) Priorität: **02.06.2015 DE 102015108742**

(54) **VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM AUFBEREITEN VON ORGANISCHEN FESTBRENNSTOFFEN, INSBESONDERE WALDHACKSCHNITZELN**

(57) Beim Trocknen von organischen Festbrennstoffen, insbesondere von Waldhackschnitzeln, mittels Trocknung des Festbrennstoffs in einer Trocknungs-vorrichtung (4) mittels eingblasener Trocknungsluft, wobei der Festbrennstoff während der Trocknung umgewälzt wird, sodass die Trocknungsluft den Festbrennstoff

durchströmt, wird erfindungsgemäß dabei die Zufuhrmenge an Festbrennstoff pro Zeiteinheit so geregelt, dass entweder die Abluft eine bestimmte Abluft-Ziel aufweist oder der aus der Trocknungsvorrichtung (4) aus tretende Festbrennstoff eine Restfeuchte von **13-15 %** aufweist.

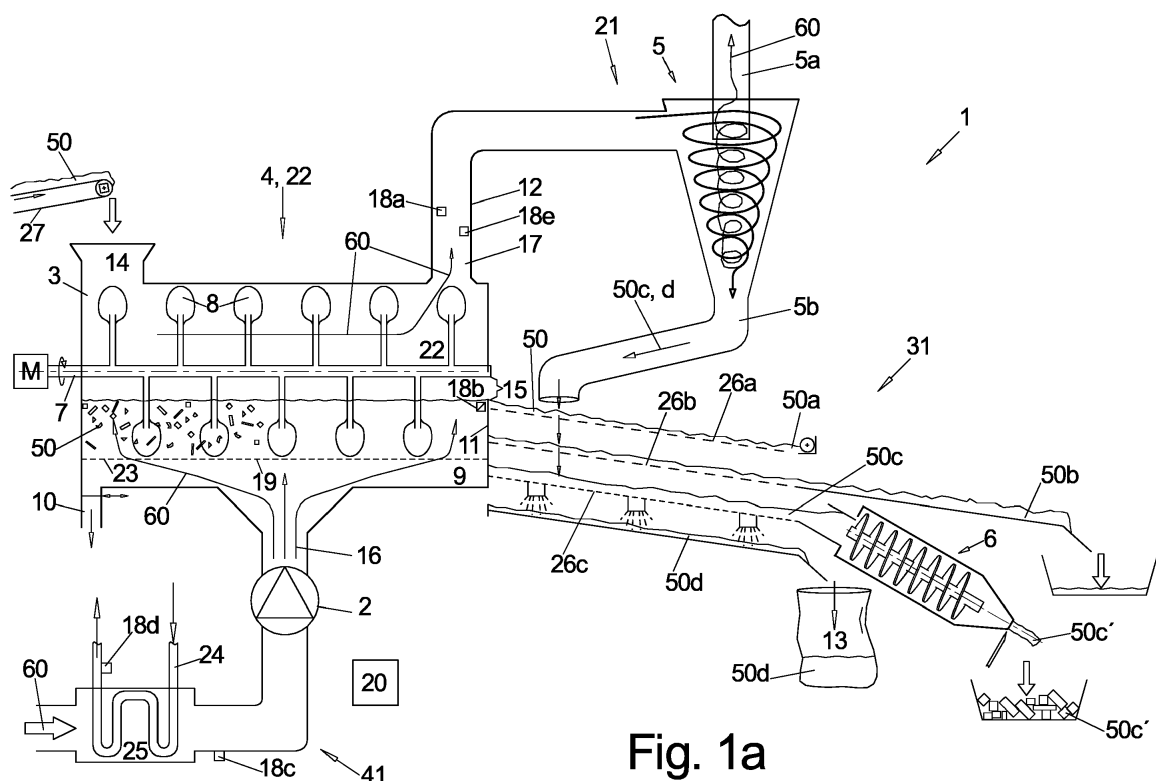


Fig. 1a

EP 3 121 544 A2

Beschreibung

I. Anwendungsgebiet

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Aufbereiten von organischen Festbrennstoffen, beinhaltend die Trocknung auf definierten Wassergehalt und insbesondere Fraktionierung der Festbrennstoffe. Bei den Festbrennstoffen handelt es sich insbesondere um Waldhackschnitzel.

II. Technischer Hintergrund

[0002] Organische Reststoffe, insbesondere aus Holz, können bekanntlich als Brennstoff eingesetzt werden.

[0003] Hierfür kommen auch sogenannte Waldhackschnitzel in Frage. Bei Waldhackschnitzeln handelt es sich um Reststoffe aus der Derbholz-Schlägerung, d.h. dem Entfernen von Ästen und Wipfeln bei Bäumen, oder aus der Waldpflege und Landschaftspflege. Bei der Waldpflege entstehen Waldhackschnitzel in erster Linie durch die Ausdünnung von dichten Naturverjüngungs-Beständen, in denen Lichtmangel und Nahrungskonkurrenz das Wachstum der einzelnen Stämme behindert. Organische Festbrennstoffe, wie sie für die Erfindung relevant sind, können jedoch auch bei Arbeiten in Sägereien oder allgemein in der Industrie entstehen.

[0004] Eine bekannte Verwendungsform besteht darin, diese organischen Festbrennstoffe zur Wärmeerzeugung zu verbrennen. Problematisch daran ist jedoch, dass die Festbrennstoffe einen relativ hohen Wassergehalt aufweisen. Bei Waldhackschnitzeln beträgt beispielsweise der Wassergehalt zum Zeitpunkt der Ernte im Jahresschnitt 50%. Dies liegt vor allem daran, dass es sich um frisch geschnittenes Holz handelt.

[0005] Die Lagerung solcher Festbrennstoffe ist problematisch. Im Wald oder an der Waldstraße aufgehäuft besteht die Gefahr, dass der schädliche Borkenkäfer darin nistet und dann auf den Waldbestand übergreift. Eine Lagerung im freien Feld ist nur innerhalb eines Bebauungsplans erlaubt. Gehackt muss das nasse Material nach wenigen Tagen verheizt bzw. verarbeitet werden, da es aufgrund des hohen Wassergehalts sonst verrotten würde. Derzeit ergibt sich aufgrund der Verrottung ein Masseverlust von circa 5% pro Monat im Sommer.

[0006] Eine sofortige Verwertung, d.h. eine sofortige Verbrennung der Festbrennstoffe ist in Heizkraftwerken bedingt möglich und üblich. Mit ihrem Bedarf von in der Regel mehr als 10.000 t atro Holz im Jahr können entsprechende Holzblockheizkraftwerke eine spezifisch auf sie zugeschnittene Logistikorganisation mit sehr hohen Umschlägen aufbauen. Anders verhält es sich jedoch bei kommunalen oder betrieblichen Heizkraftwerken. Diese haben üblicherweise einen Holzbedarf von weniger als 1000 t atro im Jahr und können daher nicht "just in time", d.h. unmittelbar ohne Zeitverzögerung beliefert werden. Sie müssen also von einem Lager beliefert werden, das bereits im Sommer aufgebaut wird. Im Winter ist die Ver-

sorgung aus dem Wald aufgrund der Schneelage immer gefährdet.

[0007] Ein weiteres Problem bei der Versorgung von kleineren, d.h. kommunalen oder betrieblichen Heizwerken besteht darin, dass bei diesen die im Wasserdampf gebundene Energie verlorengeht, da sie im Gegensatz zu den größeren Holz-Blockheizkraftwerken keine Kondensatoren zur Rückgewinnung der Energie im Wasserdampf aufweisen.

[0008] Da die nassen Hackschnitzel zwischenzeitlich gelagert werden müssen, können gesundheitsschädliche biologische Prozesse in den gelagerten Hackschnitzeln entstehen, beispielsweise eine Versporung. Zudem findet während der Lagerung eine biologische Trocknung statt. Dabei verdampft die Kompostierungswärme einen Teil des Wassers unter entsprechendem Verlust auch der Trockenmasse. Die so erreichten Wassergehalte schwanken zwischen 20% und 40%, was jedoch immer noch einen zu hohen Wassergehalt für die effiziente Nutzung der Heizwerke bedeutet.

[0009] Zur Vermeidung dieser Nachteile werden deshalb die Festbrennstoffe, d.h. die Hackschnitzel, mittels technischen Mitteln getrocknet.

[0010] Hierfür wird überwiegend die Abwärme von Blockheizkraftwerken eingesetzt, welche vor allem im Sommer nicht zum Heizen benötigt wird. Die Trocknung erfolgt dabei - ähnlich wie bei der Getreidetrocknung - im Batch-Verfahren: Die Hackschnitzel werden 2-3 m hoch auf ein Sieb aufgeschüttet, über das eine Trockenluft einströmt. Nach drei bis vier Tagen ist der Haufen durchgetrocknet. Die Trocknung erfolgt dabei jedoch inhomogen: Die unteren Lagen weisen dabei einen niedrigen Wassergehalt von bis zu 0% auf, während die obersten Lagen einen so hohen Wassergehalt aufweisen können, dass bei diesem ein Verrottnungsrisiko besteht. Bei einer weiteren Trocknung sinkt die Effizienz des Vorgangs.

[0011] Weiterhin sind Anlagen bekannt, die kontinuierlich trocknen und hierfür beispielsweise Trommeln oder Siebbänder aufweisen. Durch das kontinuierliche Bewegen der Hackschnitzel während der Trocknung kann ein resultierender Wassergehalt mit einer geringeren Varianz von circa 3% erreicht werden.

[0012] Diese Anlagen haben aber in der Regel folgende Nachteile: Wegen der geringen und schwankenden Schichtdicke des Trockenguts wird ein Teil der Trockenluft nicht mit Wasser gesättigt. Die Energieeffizienz wird dadurch beeinträchtigt. Weiterhin verschleifen die bewegten Teile der Anlage schnell, die Anlage benötigt daher eine häufigere Wartung und die Anzahl der Störungen steigt. Schließlich führen die Feinanteile in den Festbrennstoffen, d.h. den Hackschnitzeln zu einem Bodensatz, d.h. einer Konzentration in den Transportcontainern und werden daher unvermischt in den Brennkessel im Heizwerk geschüttet. Die Feinanteile können dadurch die Staubemission erhöhen und evtl. sogar das Feuer löschen oder eine Staubexplosion hervorrufen. Deshalb wird versucht, die Feinanteile während oder nach der

Trocknung von den Hackschnitzeln zu entfernen.

[0013] Die WO 2010/094476 A2 schlägt einen Trockner mit einem effizienteren Trocknungsverfahren vor, mit dem sich auch Hackschnitzel trocknen lassen.

[0014] Bei dem Trockner handelt es sich um einen sogenannten Wälzbettrockner der einen langgestreckten, liegenden Behälter mit einem zumindest teilweise runden Querschnitt aufweist. An einem Ende des Behälters befindet sich ein Einlass für das zu trocknende Gut und am anderen Ende ein Auslass. Der Behälter weist einen doppelten Boden auf, wobei der obere Boden perforiert ist, sodass Trockenluft durch die Perforation und durch das zu trocknende Gut strömen kann.

[0015] Weiterhin sind Fördereinrichtungen vorgesehen, die das Gut umwälzen, und zwar in eine Richtung quer zur Längserstreckung des Behälters. Der Auslass weist ein Überlaufwehr auf. In dem Behälter sind keine Fördereinrichtungen vorhanden, die das zu trocknende Gut vom Einlass zum Auslass aktiv transportierten. Stattdessen wird das Gut lediglich umgewälzt und der Transport findet von alleine dadurch statt, dass ab einer gewissen Füllhöhe des Behälters das Gut über das Überlaufwehr am Auslass überläuft.

[0016] Im Raum des doppelten Bodens ist vorzugsweise eine Förderschnecke angeordnet. Diese hat den Zweck, schwere Verunreinigungen wie beispielsweise Sand oder Erde, welche durch den oberen, perforierten Boden hindurchfallen, abzutransportieren, was ansonsten periodisch von Hand geschehen müsste.

[0017] Zudem ist es bei dem Trockner vorgesehen, dass leichte Feinstoffe, wie beispielsweise Staub, mit der Abluft aus dem Behälter nach oben abtransportiert werden. Somit wird bei dem Trockner der Probleme bereitende Staub bereits während des Trocknungsvorgangs von dem zu trocknenden Gut entfernt.

a) Aufgabenstellung

[0018] Es ist die Aufgabe gemäß der Erfindung, ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Aufbereiten von organischen Feststoffen, insbesondere von Waldhackschnitzeln, bereitzustellen, durch das bzw. durch die die oben genannten Probleme gelöst oder zumindest reduziert werden und die Effizienz erhöht werden kann.

b) Lösung der Aufgabe

[0019] Diese Aufgabe wird durch die Merkmale der Ansprüche 1 und 10 gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

[0020] Die Erfindung macht sich die Erkenntnis zu Nutze, dass Festbrennstoffe, insbesondere Hackschnitzel und Presslinge aus dem gemeinsamen Ursprungsmaterial Holz, mit einem Wassergehalt zwischen 13 und 25% zu bevorzugen sind gegenüber solchen mit einem geringeren Wassergehalt, beispielsweise von 5 bis 10%, da bei diesem Wassergehalt von 13 bis 25%

- einerseits die Verrottung verhindert werden kann,
- andererseits der Energieaufwand für die Trocknung begrenzt wird,
- des Weiteren der Feinstaub-Anteil im Abgas bei Verbrennung der dieses Brennstoffs im Rahmen gehalten wird, da mit sinkendem Wassergehalt die Ablösung der Feinstaub-Partikel von dem Hackschnitzel vor dessen Verbrennung zunimmt..

[0021] Im Folgenden wird grundsätzlich auf Hackschnitzel, insbesondere auf Waldhackschnitzel (WHS), als Festbrennstoff Bezug genommen. Die im Weiteren beschriebene Erfindung funktioniert jedoch mit allen denkbaren Festbrennstoffen, insbesondere solchen aus Holz, solange diese Wasser aufnehmen können und somit auch einen Wassergehalt aufweisen können.

[0022] Erfindungsgemäß wird eine Vorrichtung und ein Verfahren vorgeschlagen, wobei die Hackschnitzel soweit getrocknet werden, bis sie einen Wassergehalt von 13 - 25%, besser 13 - 19%, besser 14 - 17%, besser 14,5 - 15,5% und im idealen Fall 15% aufweisen. Bei den vorgenannten prozentualen Angaben handelt es sich vorzugsweise um Gewichtsprozente.

[0023] Bei einer entsprechenden Trocknung kann der Gleichgewichtszustand von Produkt und Luft hinsichtlich des Wassergehaltes entsprechend der Sorptionstherme bereits in einer begrenzten Verweilzeit in der erfindungsgemäßen Trocknungsvorrichtung erreicht werden. Dabei kann es sich um eine Verweilzeit von ca. 30 - 45 min handeln.

[0024] Als Trocknungsvorrichtung kann ein Trockner, im Weiteren als Wälzbettrockner bezeichnet, eingesetzt werden, wie er beispielsweise in der vorliegenden WO 2010/094476 bzw. in der Beschreibungseinleitung beschrieben worden ist.

[0025] Vor allem liegen wie erwähnt die Feinstaubwerte im Abgas bei Brennstoffen mit dem erfindungsgemäßen Wassergehalt niedriger als bei trockneren Brennstoffen.

[0026] Dies liegt daran, dass durch das entweichende Wasser ein sofortiges Entweichen des Feinstaubes verhindert werden kann und dieser somit mitverbrannt werden kann, was die Effizienz zusätzlich steigert.

[0027] Darüber hinaus hat der erfindungsgemäße Wassergehalt den Vorteil, dass dieser dennoch für bakterielle Prozesse zu niedrig ist, womit sich das Holz bei einer Lagerung nicht zersetzt und nicht fault.

[0028] Weiterhin wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, zur Trocknung bevorzugt das Medium Luft oder Brenngase einzusetzen. Bei der Hackschnitzeltrocknung durch Konvektion ist die Wasseraufnahmefähigkeit des Trocknungsmediums Luft von entscheidender Bedeutung.

[0029] Bei der Durchströmung der Hackschnitzel ist die Luft bestrebt, in einen Gleichgewichtszustand zwischen dem Wassergehalt und der Lufttemperatur zu gelangen insbesondere gemäß der Sorptionsisotherme.

[0030] Problematisch ist jedoch, dass im Falle des er-

findungsgemäßen Einsatzes eines bekannten Wälzbettrockners ohne zusätzliche Maßnahmen der tatsächliche Gleichgewichtszustand zwischen Trocknungsluft und getrockneten Hackschnitzeln oft gar nicht erreicht werden kann, da der Wälzbettrockner kontinuierlich und unkontrolliert mit ungetrockneten Hackschnitzeln nachgefüllt wird.

[0031] Bei einer Regelung des Prozesses ergibt sich zudem das Problem, dass keine Förderungsvorrichtungen vorhanden sind, die die Hackschnitzel direkt vom Einlass zum Auslass transportieren und somit die Verweildauer der Hackschnitzel nicht direkt gesteuert werden kann.

[0032] Es hat sich jedoch herausgestellt, dass die statistische Verweildauer der WHS im Wälzbettrockner, die beispielsweise bei 35-40 min liegen soll, bereits dafür ausreicht, dass für die Regelung von einem Gleichgewichtszustand ausgegangen werden kann (also ein Gleichgewichtszustand angenommen werden kann), und somit zuverlässige Berechnungen, die auf der Annahme eines solchen Gleichgewichtszustands basieren, vorgenommen werden können.

[0033] Das erfindungsgemäße Regelungsverfahren funktioniert dabei folgendermaßen:

Die dem Wälzbettrockner zugeführte Wärmeleistung, d.h. die Temperatur und das Volumen und vorzugsweise auch die relative Luftfeuchtigkeit der zugeführten Trocknungsluft pro Zeit kann ermittelt und eingestellt werden. Wenn Letztere nicht ermittelt wird, wird vorzugsweise von einem Wert von **80 %** ausgegangen. Weiterhin kann, insbesondere gemäß einem Leistungssenk-Modell, berechnet werden, wie viel Wasser durch diese zur Verfügung stehende Leistung abgeführt (d.h. verdampft) werden kann.

[0034] Bezüglich der Hackschnitzel kann bestimmt werden, welche Temperatur und welchen Feuchtigkeitsgehalt diese am Einlauf aufweisen. Somit kann - ausgehend von dem Wissen, wieviel Energie (bzw. angenommen wie viel Leistung) durch die Trocknungsluft zur Verfügung steht - berechnet werden, wieviel Wasser durch die Trocknungsluft abgeführt werden kann und somit wieviel Hackschnitzel pro Zeiteinheit dem Wälzbettrockner getrocknet werden können.

[0035] Daraus kann wiederum bestimmt werden, wie hoch der Durchsatz an Hackschnitzeln sein darf, d.h. wie viel Hackschnitzel pro Zeiteinheit zugeführt werden dürfen.

[0036] Da davon ausgegangen wird, dass die Zuführung von Hackschnitzeln in gleicher Weise wie die Zuführung von Trocknungsluft zeitlich im Wesentlichen konstant ist - bis auf eine Anfahrphase - kann die Zeit als Parameter in der Berechnung unberücksichtigt bleiben, sodass für die Berechnung analog die Energien (in der Trocknungsluft und im zu verdampfenden Wasser) miteinander verglichen werden können, bzw. ein Energie-

senke-Modell verwendet werden kann.

[0037] Erfindungsgemäß wird somit die Zufuhrmenge an Festbrennstoff, insbesondere WHS, pro Zeiteinheit in die Trocknungsvorrichtung als primäre Regelgröße so gesteuert, dass

- die Temperatur der Abluft in einem vorgegebenen Ablufttemperatur-Zielbereich liegt und zusätzlich

1A) der Wassergehalt der WHS, die die Trocknungsvorrichtung verlassen, in einem vorgegebenen Restwasser-Zielbereich liegt und/oder **1B)** die relative Luftfeuchtigkeit der Abluft in einem vorgegebenen Zielbereich liegt, dessen obere Grenze vorzugsweise knapp insbesondere um **2 - 5 %**, unter **100 %** liegt.

[0038] Dafür sollte die Temperatur der Zuluft bekannt sein oder aktuell gemessen werden, da ja der Unterschied der Temperatur der Zuluft zur Abluft zusammen mit der Menge pro Zeiteinheit die eingebrachte und in der Trocknungsvorrichtung umgesetzte Wärmeleistung darstellt.

Für die **Zielgröße 1A)** sollte der Wassergehalt der in die Trocknungsvorrichtung eingebrachten WHS entweder bekannt sein oder aktuell gemessen werden, da ja die Abnahme an Feuchtigkeit der WHS in der Trocknungsvorrichtung pro Zeiteinheit multipliziert mit der Durchsatzmenge die verdampfte Menge an Wasser pro Zeiteinheit ergibt, und dies mit der eingebrachten Wärmeleistung übereinstimmt.

Für die **Zielgröße 1B)** muss vorzugsweise die relative Feuchtigkeit der Zuluft entweder bekannt sein oder aktuell gemessen werden, denn die Zunahme der relativen Feuchtigkeit multipliziert mit der Durchsatzmenge der Trocknungsluft entspricht ja der Wassermenge, die den WHS in der Trocknungsvorrichtung entzogen wurde.

[0039] Über die Zufuhrmenge wird natürlich auch die Verweilzeit der WHS in der Trocknungsvorrichtung bestimmt, die erfahrungsgemäß bei einer Zulufttemperatur von ca. **70 Grad** und einer Luftfeuchtigkeit gemäß Umgebungsluft sowie einem anfänglichen Wassergehalt der WHS von **30 - 50 Gewichtsprozent** bei etwa **35 Minuten** bis **40 Minuten** liegt. Der Wassergehalt der WHS soll beim Verlassen der Trocknungsvorrichtung **13 % bis 19 %**, insbesondere **14 % bis 16 %**, betragen.

[0040] Die relative Luftfeuchtigkeit der Abluft kann zwar nahezu gesättigt sein, das heißt, der Sollwert kann fast **100 %** betragen, jedoch sollte er vorzugsweise grundsätzlich unter **100 %** liegen, insbesondere zwischen **80 % und 99 %**, besser zwischen **80 % und 90 %**. Bei **100 %** relativer Luftfeuchtigkeit besteht nämlich die Gefahr, dass die Abluft nicht die gesamte Feuchtigkeit aus den Hackschnitzeln hat aufnehmen können und so-

mit sich die nicht aufgenommene Feuchtigkeit an den aus der Trocknungsvorrichtung austretenden Hackschnitzeln kondensiert.

[0041] 100 % relative Luftfeuchtigkeit der Abluft kann also als Anzeichen dafür angesehen werden, dass die

[0042] Sofern die für die Steuerung dieser primären Regelgröße, nämlich der Zufuhrmenge an WHS, nicht in ihrem Zivilbereich liegt, sollte die Regeleinrichtung Störmeldungen generieren.

[0043] Der Zielbereich für die Ablufttemperatur sollte bei 30° C bis 50° C, besser bei 35° C bis 40° C, liegen, wobei insbesondere dabei von einer Zuluft-Temperatur von 65° C bis 75° C ausgegangen wird. Liegt die Temperatur der Zuluft außerhalb dieses Bereiches, sollte der Zielbereich für die Ablufttemperatur analog, also um die gleiche Temperatur-Spanne, angepasst werden.

[0044] Der Zielbereich der Ablufttemperatur kann insbesondere unter Berücksichtigung der Sorptionsisotherme, welche wiederum von Parametern wie insbesondere der Holzart abhängig ist, festgelegt werden.

[0045] Die Zuluft wird häufig von einer Wärmequelle aufgeheizt, deren Temperatur und/oder Leistung pro Zeiteinheit schwankt, insbesondere von einer Heizflüssigkeit, die die Zuluft vor dem Einbringen in die Trocknungsvorrichtung in einem Wärmetauscher erwärmt.

[0046] Die Zufuhrmenge an Trocknungsluft zu diesem Wärmetauscher bzw. zu der aufheizenden Wärmequelle wird als mögliche sekundäre Regelgröße gesteuert, wofür wiederum zwei verschiedene Zielgrößen 2A und/oder 2B wahlweise zur Verfügung stehen:

Zielgröße 2A ist die Zuluft-Temperatur, also die Temperatur der Trocknungsluft nach Erwärmen und vor dem Einbringen in die Trocknungsvorrichtung, insbesondere die Temperatur am Lufteinlass in die Trocknungsvorrichtung:

Diese Zuluft-Temperatur sollte knapp unterhalb der Vorlauf-Temperatur der Heizflüssigkeit, also kurz vor dem Wärmetauscher, liegen, vorzugsweise etwa 2° bis 5° C darunter. Denn dann ist sichergestellt, dass die Luft fast die gesamte durch die Heizflüssigkeit angelieferte Wärmemenge von dieser übernommen hat. Indem die Zuluft-Temperatur unter der Vorlauftemperatur der Heizflüssigkeit gehalten wird, wird jedoch vermieden, dass der Heizflüssigkeit weniger Wärmemenge entnommen wird, als diese zur Verfügung stellt, was deshalb wichtig ist, da in aller Regel diese Heizflüssigkeit in einem Kühlkreislauf für ein zu kühlendes Aggregat, beispielsweise dem Gasmotor einer Biogasanlage, zirkuliert, welches ausreichend gekühlt werden muss.

[0047] Vorzugsweise liegt die Zuluft-Temperatur in einem Zielbereich, zwischen 60° C und 80° C, besser zwi-

schen 65° C und 75° C, liegt, da sich dies als optimale Zuluft-Temperatur erwiesen hat für das Trocknen von WHS, deren Temperatur bei Einbringen in die Trocknungsvorrichtung bei ca. 20° C, insbesondere zwischen 10° C und 30° C, liegt und/oder wenn die Vorlauf-Temperatur der Heiz Flüssigkeit bei etwa 80° C liegt.

[0048] Zielgröße 2B ist die Rücklauftemperatur der den Wärmetauscher verlassenden Heizflüssigkeit: diese sollte unterhalb einer Obergrenze von 67° C, besser unterhalb 64° C, besser unterhalb 62° C liegen, insbesondere dann, wenn wie oben erwähnt diese Heizflüssigkeit zwischen dem Wärmetauscher und dem Kühlsystem eines Gasmotors einer Biogasanlage zirkuliert, da hierdurch eine ausreichende Kühlung des Gasmotors geboten wird.

[0049] Die Waldhackschnitzel sollen jedoch nicht nur effizient auf die richtige Zielgröße getrocknet werden, sondern sie sollen zusätzlich auch entstaubt werden aus mehreren Gründen:

Zum einen entsteht beim in der Regel losen Transportieren und vor allem Einfüllen von staubbelasteten, getrockneten WHS in den Bunker einer Feuerungsanlage durch den Staubanteil eine hohe Staubbelastung in der Luft. Des Weiteren stellt ein Staubanteil in der Luft eine Gefahr dar, denn es kann dadurch zu Staubexplosionen in der Feuerungsanlage, in der die WHS verfeuert werden, kommen.

[0050] Des Weiteren bilden Staubanteile in Transportbehältern, Transportleitungen u.ä. sehr schnell einen sich stark verhärtenden Bodensatz aus, der aufwendig entfernt werden muss, um beispielsweise Verstopfungen von Rohrleitungen zu vermeiden oder die Gewichtsbestimmung des Inhalts von Behältern richtig bestimmen zu können.

[0051] Zu diesem Zweck werden die getrockneten Waldhackschnitzel, die also die Trocknungsvorrichtung verlassen haben, fraktioniert in unterschiedliche Größen der Feststoffpartikel:

Für verkaufsfähige Waldhackschnitzel ist ein Zielbereich für die Partikelgröße vorgegeben, der den Gutanteil, der WHS darstellt.

[0052] Die Fraktionen mit Partikelgrößen unterhalb der Größe der Partikelgröße des Gutanteils, der sogenannte Feinanteil und der Staubanteil, werden daher von dem getrockneten Festbrennstoff separiert, also aus diesem abgesondert.

[0053] Diese Anteile - oder vorzugsweise nur der Feinanteil - werden zu größeren Partikeln, insbesondere Pellets, agglomeriert, insbesondere verpresst, welche eine Größe besitzen, die vorzugsweise im zulässigen Größenbereich der Partikel des Gutanteils liegt, und können dem Gutanteil dann entweder wieder zugemischt werden, da solche Pellets mechanisch sehr widerstandsfähig sind und nicht die Probleme des ursprünglich vorhan-

denen Feinanteils oder Staubanteils aufwerfen, oder separat für die unterschiedlichsten Zwecke vermarktet werden.

[0054] Vor allem der Feinanteil besteht häufig aus Partikeln, die gegenüber dem Rest der WHS, vor allem dem Gutanteil, einen hohen Harzgehalt und damit einen hohen Heizwert aufweisen, sodass das Nichtverbrennen gerade dieses Feinanteils die Heizleistung des Gutanteils spürbar reduzieren würde.

[0055] Vorzugsweise wird der Staubanteil nicht zu solchen größeren Feststoffeinheiten agglomeriert, sondern entsorgt:

Denn zum einen führt er bei dem Verpressen, welches beispielsweise durch eine Schneckenpresse erfolgen müsste, zu einem sehr schnellen Verschleiß und Zerstörung der Presse, insbesondere der Schneckenpresse, die in keinem Verhältnis zu der zusätzlich erzielbaren Verkaufsmenge durch den Staubanteil steht.

[0056] Zum anderen besteht dieser Staubanteil häufig zu einem erheblichen Anteil aus mineralischen, nicht brennbaren, Stoffen, so dass dieser Staubanteil zur Verwendung als Brennstoff schlecht oder überhaupt nicht geeignet ist, da er einen hohen Schlackeanteil bei der Verbrennung hinterlässt.

[0057] Der Staubanteil wird vorzugsweise beim oder unmittelbar nach dem Aussieben befeuchtet, um die Staubbelastung in der Luft in der Siebanlage zu reduzieren, auch beim nachfolgenden Abtransport des Staubanteiles.

[0058] Wenn das Separieren durch Sieben geschieht, wird die Größe der Partikel von Gutanteil, Feinanteil und Staubanteil durch die Lochgröße der entsprechenden Siebe oder Siebstufen definiert, der natürlich frei wählbar ist je nach Anwendungszweck der einzelnen Fraktionen und den Anforderungen der Kunden.

[0059] Vorzugsweise wird als Staubanteil bezeichnet, wenn die Partikel einen größten Durchmesser von unter 3 mm, vorzugsweise von unter 2 mm, vorzugsweise von unter 1 mm, besitzen und somit die Lochgröße, also der Lochdurchmesser, des feinsten Siebes dann diese Größe besitzt.

[0060] Als Feinanteil werden vorzugsweise Partikel bezeichnet, deren größter Durchmesser z.B. zwischen 6 mm und 3 mm beträgt, sodass die Lochgröße des zweitletzten Siebes dann 6 mm beträgt.

[0061] Die maximale Größe der Partikel des Gutanteiles soll vorzugsweise 40 mm betragen, sodass Partikel eines sogenannten Grobanteils, deren größter Durchmesser oberhalb dieser Größe liegt, ebenfalls abgetrennt werden müssen.

[0062] Dies geschieht durch Sieben mittels eines Siebes, über welches die WHS bereits vor dem Einbringen in die Trocknungsvorrichtung geleitet werden oder welches als drittletztes Sieb angeordnet ist. Vorzugsweise wird dieser Grobanteil getrennt weiterverarbeitet wer-

den, beispielsweise mechanisch zerkleinert werden und dann der Fraktioniervorrichtung wieder zugeführt werden.

[0063] Die die Trocknungsvorrichtung verlassende Abluft enthält ebenfalls Feststoffpartikel, vorzugsweise bestehend aus dem Staubanteil oder manchmal auch dem Feinanteil.

[0064] Da die Abluft nur einen bestimmten Anteil an Feststoffpartikeln enthalten darf, wenn sie an die Umgebung abgegeben wird, werden die Feststoffpartikel aus der Abluft entfernt durch einen Schwerkraftabscheider, vorzugsweise einen Zyklon.

[0065] Die insbesondere mittels Schwerkraftabscheidung aus der Abluft entfernten Feststoff-Partikel werden der Fraktioniervorrichtung wieder zugeführt, vorzugsweise jedoch nicht auf der Stufe, auf der bereits der Grobanteil vom Gutanteil getrennt wird, sondern frühestens auf der Stufe, auf der der Gutanteil über das Sieb zum Aussieben des Feinanteils geleitet wird.

[0066] Vorzugsweise werden diese Feststoff-Partikel sogar erst eine Stufe darunter dem Feinanteil zugeführt, aus dem dann der Staubanteil ausgesiebt wird.

[0067] Dies erspart Zusatzaufwand durch erneutes Aussieben der zugeführten Anteile kleiner Partikel aus den wesentlich größeren Partikeln des Gutanteiles.

[0068] Das erfindungsgemäße Verfahren kann also gesteuert werden, indem

- als primäre Regelgröße die Zufuhrmenge an WHS gesteuert wird durch Einhaltung einer oder beider Zielgrößen 1A oder 1B, und die Steuerung optimiert werden kann, indem zusätzlich
- als sekundäre Regelgröße die Zufuhrmenge an Trocknungsluft gesteuert wird durch Einhaltung einer oder beider dabei relevanten Zielgrößen 2A oder 2B.

[0069] Zur Durchführung des beschriebenen Verfahrens wird vorzugsweise eine **Gesamtvorrichtung** benutzt, die neben der mittels Trocknungsluft betriebenen Trocknungsvorrichtung

- eine Zuluft-Aufbereitungsvorrichtung zum insbesondere Erwärmen der Zuluft,
- eine Abluft-Aufbereitungsvorrichtung zum Abtrennen der Feststoffanteile von der Abluft aufweist sowie
- eine Feststoff-Aufbereitungsvorrichtung zum Bearbeiten, insbesondere Fraktionieren, nach Größe der getrockneten, die Trocknungsvorrichtung verlassenden, WHS.

[0070] Dabei weist die Trocknungsvorrichtung eine Trocknungskammer auf, die in ihrem unteren Bereich, insbesondere in dem unteren Bereich ihrer Seitenwand, einen Lufteinlass für Trocknungsluft (Zuluft) und in ihrem oberen Bereich, insbesondere in ihrer Oberseite, einen Luftauslass für die Trocknungsluft (Abluft) aufweist.

[0071] Im unteren Bereich der Trocknungskammer ist vorzugsweise ein Zwischenboden mit Löchern vorhanden, auf dem die zu trocknenden WHS aufliegen, sodass die von unten in die Trocknungskammer strömende Trocknungsluft auch durch diese Löcher nach oben in die darauf aufliegenden WHS strömen kann. Die Löcher besitzen einen Durchmesser, der geringer ist als die Untergrenze für die Partikelgröße des verkaufsfähigen Gutanteils der WHS, und insbesondere zwischen 3 mm und 6 mm liegt.

[0072] Die bereits in der Trocknungskammer durch diese Löcher nach unten herausfallenden Feststoffpartikel sind entsprechend klein, vor allem aber auch entsprechend schwer, um sich innerhalb der Schüttung aus WHS sehr schnell dem Boden, also dem Zwischenblech, nähern zu können, sodass es sich dabei meist um mineralische Bestandteile wie Sand, Erde oder kleine Steine handelt.

[0073] In der Trocknungskammer könnte sich eine um eine vorzugsweise etwa waagerechte Achse rotierende Trocknungstrommel anstelle des Zwischenbleches befinden, wobei dann die Löcher in der Trocknungstrommel über den gesamten Umfang verteilt vorhanden sind.

[0074] Vorzugsweise ist die Trocknungskammer jedoch eine stillstehende Kammer, in der eine Wälzvorrichtung die WHS umwälzt, damit diese gleichmäßig getrocknet werden und gleichzeitig schwere Bestandteile sich aufgrund des Wälzvorgang nach unten in Richtung der Löcher bewegen und durch diese durch das Zwischenblech fallen und entsorgt werden können.

[0075] Deshalb ist im Boden der Trocknungskammer vorzugsweise eine Abfallöffnung vorhanden, zu der der Boden hin vorzugsweise geneigt ist, während der Lufteinlass für die Zuluft sich zwar in dem unteren Raum unter dem gelochten Zwischenboden befindet, jedoch in dessen Seitenwand.

[0076] Die Anordnung des Lufteinlasses und insbesondere auch die Luftführung in diesem unteren Raum sind vorzugsweise so gestaltet, etwa indem Luftleitbleche verwendet werden, dass die Zuluft gleichmäßig verteilt durch das Zwischenblech in die darüber liegenden WHS strömt.

[0077] Die Wälzvorrichtung besteht vorzugsweise aus einer drehend von einem Motor angetriebenen, etwa horizontal liegenden, Welle, von der Rührarme abragen, die in die WHS, die auf dem Zwischenboden liegen, eintauchen und diese umwälzen.

[0078] Die Rührarme sind vorzugsweise in Form von Paddeln ausgebildet, und über den Umfang verteilt an mindestens zwei, besser drei Positionen vorhanden und in axialer Richtung der Welle mit möglichst kurzen Abständen angeordnet, sodass sichergestellt ist, dass alle in der Trocknungskammer befindlichen Waldhackschnitzel auch umgewälzt werden. Die in axialer Richtung der Welle aufeinander folgenden Rührarme oder Paddel sind vorzugsweise von einer zur nächsten Axialposition auch in Umfangsrichtung jeweils zueinander versetzt.

[0079] Dementsprechend besitzt wenigstens das Zwi-

schenblech, vorzugsweise die gesamte Trocknungskammer in axialer Richtung, der Verlaufsrichtung der Welle, betrachtet, einen Innenumfang entsprechend einem Kreisbogensegment oder eines gesamten Kreisbogens, der sehr nahe an den Flugkreis der Rührarme oder Paddel angeordnet ist, sodass zwischen den Rührarmen oder Paddeln und vor allem dem gelochten Zwischenboden keine größeren Partikel, insbesondere nicht des Gutanteils, liegen bleiben können.

[0080] Diese Trocknungskammer weist an ihrer Oberseite am einen axialen Ende einen Materialeinlass auf, über den WHS eingefüllt werden können und der vorzugsweise luftdicht verschließbar ist, um im Inneren der Trocknungskammer ein gewünschtes Druckniveau zu erzeugen.

[0081] Der Materialauslass besteht am axial gegenüberliegenden Ende der Trocknungskammer vorzugsweise in einem Überlauf-Wehr, oberhalb dessen sich die Öffnung des Materialauslasses befindet, sodass die ähnlich wie Wasser vom Materialeinlass aus durch die Umwälzbewegung sich hinsichtlich Ihres Niveaus in der Trocknungskammer egalisierenden WHS am anderen Ende über das Überlaufwehr aus der Trocknungskammer herausfallen, sobald ein entsprechend großes Volumen an WHS in der Trocknungskammer vorhanden ist.

[0082] Auch der Materialauslass kann über eine Schleuse luftdicht abgedichtet werden.

[0083] Die aus dem Materialauslass der Trocknungskammer herausfallenden WHS werden in einer nachgeschalteten Feststoff-Aufbereitungs Vorrichtung fraktioniert hinsichtlich ihrer Partikelgröße, vorzugsweise mittels einer mehrstufigen Siebanlage.

[0084] Vorzugsweise sind die Siebe leicht geneigt von der Stelle der Materialaufbringung der Waldhackschnitzel zu der auf dem jeweiligen Sieb liegen gebliebenen, nicht durch dessen Öffnungen gefallenen, Partikel am gegenüberliegenden, tiefer liegenden Ende.

[0085] Vorzugsweise sind die Siebe als Rüttelsiebe ausgebildet, werden also oszillierend in ihrer Siebebene oder auch quer dazu angetrieben.

[0086] Die aus dem Materialauslass der Trocknungstrommel herausfallenden WHS fallen vorzugsweise direkt oder mittels einer dazwischen angeordneten, schräg abwärts gerichteten Rutsche auf das oberste Sieb der übereinander angeordneten Siebe.

[0087] Das oberste Sieb - welches statt an dieser Stelle auch stromaufwärts der Trocknungsvorrichtung angeordnet sein kann - soll in aller Regel Partikel separieren, die größer sind als der zulässige Bereich der Partikelgröße für den verkaufsfähigen Gutanteil der WHS. Die Lochgröße dieses Siebes liegt beispielsweise bei 40 mm, und der Grobanteil an Partikeln, der nicht durch dieses oberste Sieb fällt, wird dadurch nicht nur vom Rest separiert, sondern vorzugsweise auch weiter verarbeitet, indem diese großen Partikel des Grobanteiles vorzugsweise durch eine Zerkleinerungsvorrichtung, die ebenfalls Bestandteil der Gesamtvorrichtung sein kann, zerkleinert und erneut auf die oberste Siebebene aufgege-

ben werden.

[0088] Das von oben Nächste, in der Regel zweite, Sieb von den untereinander angeordneten Sieben besitzt eine Lochgröße von beispielsweise 6 mm, welches die Untergrenze für die Partikel des verkaufsfähigen Gutanteils der WHS darstellt. Auf diesem Sieb wird der größte Anteil, der Gutanteil, der auf die Aufbereitungsvorrichtung aufgegebenen WHS zurückbleiben und entweder im Behälter abgefüllt werden oder mittels einer Abtransportvorrichtung zu größeren Bunkern transportiert werden.

[0089] Das nächste, in der Regel dritte, Sieb darunter besitzt eine Lochgröße von beispielsweise 3 mm. Die darauf verbleibenden Partikel werden als Feinanteil bezeichnet und am Ausgang dieses Siebes einer Agglomerationsvorrichtung, beispielsweise einer Presse wie etwa einer Schneckenpresse, zugeführt. Daraus werden insbesondere größere Partikel agglomeriert, insbesondere gepresst, deren Partikelgröße insbesondere im zulässigen Größenbereich der Partikel des Gutanteiles liegt.

[0090] Diese agglomerierten größeren Partikel, zum Beispiel Pellets, werden anschließend separat verkauft oder einem Mischer zugegeben, der sie mit den Partikeln des ausgesiebten Gutanteils vermischt, da sie mit dem Gutanteil zusammen verkauft werden.

[0091] Die das zuletzt erwähnte Sieb durchdringenden Staubanteile fallen auf eine Sammelfläche, wobei, insbesondere unterhalb des Siebes, eine Befeuchtungsvorrichtung angeordnet ist, um die durch das Sieb fallenden Partikel zu befeuchten und deren Schweben in der Luft zu verhindern.

[0092] In der Abluft-Aufbereitungsvorrichtung wird die die Trocknungskammer verlassende Abluft von Feststoff-Partikeln gereinigt.

[0093] Dazu wird die Abluft über eine entsprechende Rohrleitung einem Schwerkraftabscheider, vorzugsweise einem Zyklon, zugeführt, indem die Feststoff-Partikel nach unten bewegt werden, während die dann von Feststoffpartikeln gereinigte Abluft nach oben in einen Kamin oder direkt in die Umgebung verlassen kann.

[0094] Die im Schwerkraftabscheider abgeschiedenen Feststoff-Partikel werden der Feststoff-Aufbereitungsvorrichtung zugeführt, indem ein entsprechendes Rohr von dem vorzugsweise oberhalb der Feststoff-Aufbereitungsvorrichtung angeordneten Schwerkraftabscheider entweder zu der zweitobersten oder zu der drittobersten Siebebene führt und auf dem entsprechenden Sieb die vom Schwerkraftabscheider abgeschiedenen, meist sehr kleinen, Partikel auf der Aufbringungsseite des entsprechenden Siebes für Material aufbringt.

[0095] Die Gesamtvorrichtung umfasst auch eine Zuluft-Aufbereitungsvorrichtung, in der Umgebungsluft erwärmt wird, um als Trocknungsluft zu dienen.

[0096] Die Zuluft wird dabei über einen Wärmetauscher geführt, der von einer Heizflüssigkeit durchströmt wird, welche vorzugsweise im Kreis geführt wird zwischen einer Wärmequelle und dem Wärmetauscher. Ein Gebläse, welches vorzugsweise stromabwärts des Wär-

metauschers, aber stromaufwärts der Trocknungskammer angeordnet ist, fördert die Zuluft durch den Wärmetauscher und in die Trocknungskammer hinein.

[0097] Die Gesamtvorrichtung umfasst ferner selbstverständlich eine elektronische Regeleinheit zum Regeln der Gesamtvorrichtung, insbesondere gemäß einem der Verfahrensansprüche.

[0098] Die Regeleinheit steuert die einzelnen beweglichen Elemente der Gesamtvorrichtung an, insbesondere das Gebläse für die Zuluft, den Motor zur Drehung der Wälzvorrückung, gegebenenfalls eine Zufuhrvorrichtung für WHS in die Trocknungskammer hinein, und gegebenenfalls auch den Rüttelantrieb der Siebe der Material-Aufbereitungsvorrichtung sowie den Motor, der die Schneckenpresse zum Verpressen des Feinanteils antreibt.

[0099] Die Regeleinheit steuert diese beweglichen Elemente aufgrund von Daten, die sie von diversen Sensoren erhält, die innerhalb der Gesamtvorrichtung angeordnet sind und Bestandteil der Regeleinheit sind.

[0100] Dies sind vorzugsweise zum einen Sensoren, die sowohl den Wassergehalt der WHS oder die relative Feuchtigkeit der Trocknungsluft oder beides messen können.

[0101] Ein Sensor für den Wassergehalt der WHS sitzt vorzugsweise nahe am Materialeinlass und/oder ein Feuchte-Sensor nahe am Materialauslass der Trocknungskammer.

[0102] Ebenso sitzt ein Feuchte-Sensor in der Zufuhrleitung für die Zuluft und/oder in der Abluftleitung oder nahe der Abluftleitung, wobei diese Sensoren auch innerhalb der Trocknungskammer nahe an dem Lufteinlass oder dem Luftauslass angeordnet sein können.

[0103] Ferner können Temperatursensoren an der Rohrleitung der Heizflüssigkeit zum Aufheizen der Zuluft vorhanden sein, insbesondere stromabwärts des Wärmetauschers, und/oder auch am Stromaufwärts des Wärmetauschers.

[0104] Weitere Temperatursensoren können sowohl die Temperatur der zu Luft und/oder der Abluft messen und/oder der die Trocknungsvorrichtung verlassenden WHS.

[0105] Ferner kann auch die Lochgröße im Zwischenboden veränderbar sein und über ein von der Regeleinheit ansteuerbares Steuerelement veränderbar sein.

[0106] Dann umfasst die Regeleinheit vorzugsweise einen Sensor, der die Menge der pro Zeiteinheit durch die Löcher des Zwischenbodens fallenden Partikel bestimmt, sei es über das pro Zeiteinheit anfallende Gewicht oder über das pro Zeiteinheit anfallende Volumen dieser Abfälle.

c) Ausführungsbeispiele:

[0107] Eine Ausführungsform gemäß der Erfindung ist im Folgenden beispielhaft beschrieben. Dabei zeigen

Fig.1a: eine schematische Darstellung einer erfin-

zungsgemäßen Aufbereitungsvorrichtung von Waldhackschnitzel, und

Fig. 1b: eine Querschnittansicht der Trocknungsvorrichtung aus Fig. 1a.

[0108] Wie Figur 1a zeigt, umfasst die Gesamtvorrichtung 1 zum Aufbereiten von organischen Festbrennstoffen, in diesem Fall von Waldhackschnitzeln 50,

- eine Trocknungsvorrichtung 4 zum Trocknen des organischen Festbrennstoffes mittels Trocknungsluft 60,
- eine Feststoff-Aufbereitungsvorrichtung 31 zum Aufbereiten des getrockneten Festbrennstoffes,
- eine Zuluft-Aufbereitungsvorrichtung 41 zum Aufbereiten der Trocknungsluft,
- eine Abluft-Aufbereitungsvorrichtung 21 zum Aufbereiten der Abluft aus der Trocknungsvorrichtung 4.

[0109] Darüber hinaus verfügt sie über eine zentrale Regeleinheit 20, die die gesamte Anlage, d.h. die Gesamtvorrichtung 1 regelt und mit sämtlichen Sensoren sowie Stellelementen, insbesondere sämtlichen elektronischen und elektrischen Einheiten, der Gesamtvorrichtung 1 verbunden ist.

[0110] Die Trocknungsvorrichtung 4 ist als Wälzbett-trockner 22 ausgebildet. Die Trocknungsvorrichtung 4 umfasst eine Trocknungskammer 3, in der die Waldhackschnitzel umgewälzt und dabei getrocknet werden. Die Waldhackschnitzel werden über einen Materialeinlass 14, insbesondere von oben, in die Trocknungskammer 3 zugeführt und treten durch einen vorzugsweise am anderen Ende der Trocknungskammer 3 angeordneten Materialauslass 15 wieder aus der Trocknungskammer 3 aus.

[0111] Eine Umwälzung der Waldhackschnitzel in der Kammer erfolgt durch die Wälzvorrichtung 7. Diese weist eine drehbar gelagerte und mittels eines Motors angetriebene Welle auf, die sich entlang der Längsrichtung, der Axialrichtung, der Trocknungskammer 3, vorzugsweise zentral, in dieser erstreckt und so angeordnet ist, dass die quer von der Welle 7 abstehenden Rührarme, vorzugsweise in der Form von Paddeln 8, sämtliche sich in der Kammer 3 befindlichen Waldhackschnitzel umwälzen können. Die Drehgeschwindigkeit ist variabel einstellbar und wird durch die Regeleinheit 20 vorgegeben und/oder kann manuell eingestellt werden.

[0112] Damit das "Fließen" der Waldhackschnitzel vom Materialeinlass 14 zum Materialauslass 15 möglich ist, liegt die Trocknungskammer 3 und damit auch die Welle der Wälzvorrichtung 7 möglichst horizontal.

[0113] Wie insbesondere in der axialen Ansicht der Fig. 1b zu erkennen ist, weist die Trocknungskammer 3 einen zumindest in der unteren Hälfte Kreisbogenförmigen, vorzugsweise insgesamt einen vollständig kreisrunden Querschnitt auf.

[0114] Dadurch ist es möglich, dass die um die Welle 7 rotierenden Paddel 8 umfangsseitig jeden Bereich der

Trocknungskammer 3 erfassen, zumindest jedoch in der unteren Hälfte der Trocknungskammer 3. Die Paddel 8 sind dabei an der Welle 7 winkelfersetzt zueinander, beispielsweise mit einem 180° Versatz, und axial so nah aneinander angeordnet, dass sie auch in axialer Richtung möglichst jeden Bereich der Trocknungskammer 3 erfassen können.

[0115] Die Trocknungskammer 3 weist einen Zwischenboden 23 mit Löchern 19 auf, sodass sich unterhalb der des Zwischenbodens 23 in der Trocknungskammer 3 ein unterer Raum 9 ergibt.

[0116] Durch diese Löcher 19 fallen entsprechend kleine und schwere Partikel, meist die mineralischen Bestandteile der ungereinigten Waldhackschnitzel wie etwa Erde, Steine hindurch und werden über die Abfallöffnung 10 entsorgt, die über ein Verschlusselement 10a luftdicht verschließbar ist, um innerhalb der Trocknungskammer 3 einen gewünschten Luftdruck einstellen zu können.

[0117] In diesen unteren Raum 9 wird Trocknungsluft 60 (Zuluft) über einen Lufteinlass 16 mittels eines Gebläses 2 eingeblasen, sodass sie sich im unteren Raum 9 verteilt und über die gesamte Fläche des Zwischenbodens 23 durch dessen Löcher 19 nach oben und durch die darauf lagernden Waldhackschnitzel 50 strömt und angereichert mit Feuchtigkeit die Trocknungskammer 3 durch den Luftauslass 17 als Abluft wieder verlässt.

[0118] Vorzugsweise befindet sich der Lufteinlass 16 in einer Seitenwand des unteren Raumes 9, an dessen Boden sich die Abfallöffnung 10 befindet.

[0119] Während dessen durchlaufen die über den Materialeinlass 14 eingebrachten Waldhackschnitzel 50 die Trocknungskammer 3 in axialer Richtung, indem sich der an der Stelle des Materialeinlasses 14 zunächst bildende Berg von Waldhackschnitzeln durch die Rührbewegung der Wälzvorrichtung 7 egalisiert und ein horizontales Niveau der Oberseite der Waldhackschnitzel 50 einstellt, welches ansteigt bis zur Höhe des dem Materialeinlass 14 gegenüber liegenden, am stirnseitigen Ende der Trocknungskammer 3 ausgebildeten, aufrecht stehenden Überlaufwehr 11.

[0120] Sobald dieses Niveau überschritten wird, fallen Waldhackschnitzel über die Oberkante des Überlaufwehres 11 und dem darüber somit gebildeten Materialauslass 15 aus der Trocknungskammer heraus.

[0121] Um zu überprüfen, ob die die Trocknungskammer 3 verlassenden Waldhackschnitzel 50 den gewünschten Feuchtigkeitsgehalt besitzen, kann deren Feuchtigkeit direkt mittels eines Feuchte-Sensors 18b ermittelt werden, der sich nahe des Materialauslasses 15, vorzugsweise an der Innenseite des Überlaufwehres 11 nahe dessen Oberkante, befindet.

[0122] Alternativ oder zusätzlich kann mittels eines Feuchte-Sensors 18a im Abluftkanal 12, der sich an den Luftauslass 17 anschließt, oder auch am oder nahe am Luftauslass 17 noch in der Trocknungskammer 3 die relative Luftfeuchtigkeit der Abluft 60 gemessen werden, und ebenso über einen Temperatur-Sensor 18e deren Temperatur.

[0123] Abhängig von diesen Werten kann mittels der Regeleinheit **20** zum einen die Menge an über den Materialeinlass **14** eingegebenen Menge, also Masse, an Waldhackschnitzeln **15**, pro Zeiteinheit und/oder die Menge an in die Trocknungskammer **3** eingeblasener Trocknungsluft **60** gesteuert werden.

[0124] Die Zuluft zur Trocknungskammer **3** ist erwärmt und besitzt in der Regel eine Temperatur um die **70° C**, wobei die Temperatur der Zuluft über einen Temperatur-Sensor **18c** gemessen werden kann.

[0125] Die Zuluft wird mittels einer Zuluft-Aufbereitungs-
vorrichtung **41** erwärmt, indem Luft in einem Wärmetauscher **25** erwärmt wird, der andererseits von einer Heizflüssigkeit durchströmt wird, die in einem Flüssigkeitskreislauf **24** zirkuliert und eben teilweise durch den Wärmetauscher **25** und dort die Luft in Kontakt mit den Rohrleitungen des Flüssigkeitskreislaufes **24** gerät.

[0126] Der Temperatur-Sensor **18c** befindet sich stromabwärts des Wärmetauschers **25**, also zwischen dem Wärmetauscher **25** und dem Lufteinlass **16** der Trocknungskammer **4** oder in dem Lufteinlass **16**.

[0127] Zusätzlich wird über einen weiteren Temperatur-Sensor **18d** die Temperatur der Heizflüssigkeit im Flüssigkeitskreislauf **24** unmittelbar stromabwärts des Wärmetauschers **25** ermittelt, die ebenfalls der Regeleinheit **20** gemeldet wird, damit das Gebläse **2** hinsichtlich seiner Leistung, insbesondere seiner Drehzahl, so gesteuert werden kann, dass in Abhängigkeit von der Temperatur der Heizflüssigkeit die Zuluft zur Trocknungsvorrichtung **4** möglichst immer die gleiche Temperatur besitzt.

[0128] Die aus dem Materialauslass **15** der Trocknungsvorrichtung **4** austretenden Waldhackschnitzel **50** werden in einer nachgeschalteten Feststoff-Aufbereitungs-
vorrichtung **31** in unterschiedliche Fraktionen hinsichtlich der Größe der Partikel aufgetrennt mittels mehrerer in Durchlaufrichtung der Waldhackschnitzel **15** hintereinander, insbesondere untereinander angeordneter Siebstufen **26a, b, c**.

[0129] Die entsprechenden Siebe **26a, b, c** sind direkt untereinander angeordnet, und dabei das oberste Sieb **26a** mit dem größten Lochdurchmesser mit seiner Material-Zufuhrseite direkt unterhalb des Materialauslasses **15**, sodass die daraus austretenden Waldhackschnitzel **50** direkt auf dieses oberste Sieb **26a** fallen. Natürlich kann zwischen Materialauslass **15** und dem obersten Sieb **26a** ein Abstand bestehen, jedoch ist dann irgendeine Art von Fördervorrichtung für die Waldhackschnitzel vom Materialauslass **15** zum obersten Sieb **26a** notwendig, zumindest eine schräg abwärts gerichtete Rutsche.

[0130] Auf dem obersten Sieb **26a** bleiben - durch entsprechende Wahl der Lochgröße - nur solche Partikel liegen, die für den verkaufsfähigen Gutanteil **50b** der Waldhackschnitzel **50** zu groß sind. Dieser Grobanteil **50a** wird entsorgt, beispielsweise indem, wie hier dargestellt, am unteren Ende des schräg abwärts geneigten Siebes **26a** eine entsprechende Förderschnecke oder eine andere Abtransportvorrichtung vorhanden ist.

[0131] Die Siebe **26a, b, c** sind vorzugsweise alle schräg abfallend angeordnet, so dass die hochliegende Seite die Material-Aufbringungsseite darstellt, und können stillstehende Siebe oder oszillierend angetriebene Rüttelsiebe sein, sodass am unteren freien Ende des jeweiligen Siebes der darauf verbleibende Anteil in einen Behälter herabfällt oder anderweitig entsorgt werden kann.

[0132] Das unter dem ersten Sieb **26a** befindliche zweite Sieb **26b** besitzt eine solche Lochgröße, dass der darauf liegen bleibende Anteil der Waldhackschnitzel den Gutanteil **50b** darstellt, der also die gewünschte Partikelgröße besitzt, welcher für das verkaufte Endprodukt dem Kunden zugesichert wird und in dessen Feuerungsanlagen handhabbar ist.

[0133] Die durch dieses zweite Sieb **26b** hindurchfallenden Partikel sind der Feinanteil **50c**, der dieses Kriterium nicht mehr erfüllt, aber dennoch verwertet werden soll.

[0134] Deshalb wird dieser Feinanteil **50c** am Auslaufende des Siebes **26c** einer Agglomerationsvorrichtung **6**, hier in Form einer Schneckenpresse, zugeführt, in der der Feinanteil **50c** verpresst wird zu einem Strang, der in Abschnitte einer definierten Länge geschnitten wird, sodass die so entstehenden Pellets **50c'** ebenfalls der Größen-Spezifikation des verkaufsfähigen Gutanteils entspricht. Somit können die so erzeugten Pellets **50c'** den auf dem zweiten Sieb **26b** verbleibenden Gutanteil **50b** zugemischt und mit verkauft werden.

[0135] Die durch dieses dritte Sieb **26c** durchfallenden Partikel bilden den Staubanteil **50d**, der nicht verkauft wird, sondern in einem Behälter **13** oder anderweitig gesammelt und entsorgt wird.

[0136] Um die Staubbelastung in der Feststoff-Aufbereitungs-
vorrichtung **31** zu minimieren, wird der durch dieses letzte Sieb **26c** auf eine Sammelfläche herabfallende Staubanteil **50d** dabei befeuchtet, um ein Schweben dieses Staubanteils **50d** in der Umgebungsluft zu vermeiden.

[0137] Dieser Staubanteil **50d** kann anderweitig verwendet werden, sei es zur Kompostherstellung oder zur Verwendung in einer Biogasanlage, aus deren Abwärme vorzugsweise die Heizflüssigkeit stammt, die im Wärmetauscher **25** die Zuluft **60** erwärmt.

[0138] Die über den Luftauslass **17** der Trocknungsvorrichtung **4** diese verlassende Abluft **60** wird über einen Abluftkanal **12** einer Abluft-Aufbereitungs-
vorrichtung **21** zugeführt, um die in der Abluft **60** enthaltenen Feststoff-Partikel von der Abluft zu trennen, bevor diese in die Umgebung entlassen wird.

[0139] Die Abluft-Aufbereitung Vorrichtung **21** ist hier ein Zyklon **5**, über dessen oberen Luftauslass **5a** die gereinigte Abluft **60** abgeführt, insbesondere an die Umgebung abgeben, wird, während die gegenüber der Abluft **60** schweren Feststoffpartikel in dem Zyklon **5** nach unten sinken und über dessen unteren Auslass **5b** den Zyklon **5** verlassen.

[0140] Der Zyklon **5** ist höher positioniert als die Fest-

stoff-Aufbereitungsvorrichtung **31**, sodass die den unteren Auslass **5b** des Zyklons verlassenden Partikel, in der Regel hinsichtlich ihrer Größe dem Feinanteil **50c** und dem Staubanteil **50d** angehörend, mittels Schwerkraft den zu siebenden, getrockneten Waldhackschnitzeln **50** wieder zugeführt werden, vorzugsweise jedoch nicht auf das oberste Sieb **26a** gegeben werden, sondern auf das Sieb **26b**, auf dem der Gutanteil **50b** liegen bleiben soll oder sogar - bevorzugt - auf das dritte Sieb **26c**, auf dem der Feinanteil **50c** liegen bleiben soll.

[0141] Dadurch werden die großen Fraktionen der Waldhackschnitzel nicht mehr zusätzlich mit abzutrennenden Feinanteilen und Staubanteilen belastet.

BEZUGSZEICHENLISTE

[0142]

1	Gesamtvorrichtung
2	Gebläse
3	Trocknungskammer
4	Trocknungsvorrichtung
5	Zyklon
5a	Luftauslass
5b	unterer Auslass
6	Agglomerationsvorrichtung
7	Wälzvorrichtung
8	Paddel
9	unterer Raum
10	Abfallöffnung
10a	Verschlusselement
11	Überlaufwehr
12	Abluftkanal
13	Behälter
14	Materialeinlass
15	Materialauslass
16	Lufteinlass
17	Luftauslass
18a,b,c	Sensor
19	Loch
20	Regeleinheit
21	Abluft-Aufbereitungsvorrichtung
22	Wälzbettrockner
23	Zwischenboden
24	Flüssigkeits-Kreislauf
25	Wärmetauscher
26a-c	Siebstufe, Sieb
27	Förderband
28	Motor
29 30 31	Feststoff-Aufbereitungsvorrichtung
41	Zuluft-Aufbereitungsvorrichtung
50	Festbrennstoff, WHS
50a	Grobanteil
50b	Gutanteil
50c, c'	Feinanteil
50d	Staubanteil

60 Trocknungsluft, Zuluft, Abluft

Patentansprüche

1. Verfahren zum kontinuierlichen Bearbeiten von organischen Festbrennstoffen (**50**), die einen Staubanteil (**50d**) enthalten, insbesondere von Waldhackschnitzeln (**50**), durch Trocknen auf einen definierten Ziel-Wassergehalt und Entstauben mit folgenden Schritten:

- kontinuierliches Zuführen von Festbrennstoff (**50**) in eine Trocknungsvorrichtung (**4**),
- Trocknung des Festbrennstoffs (**50**) in der Trocknungsvorrichtung (**4**) mittels Einblasen von Trocknungsluft (**60**), die den Festbrennstoff (**50**) durchströmt, wobei der Festbrennstoff (**50**) während der Trocknung umgewälzt wird,
- Abtrennen wenigstens eines Teiles des Staubanteiles (**50d**) vom übrigen Festbrennstoff (**50**),
- Ausbringen des getrockneten Festbrennstoffs (**50**) aus der Trocknungsvorrichtung (**4**),

dadurch gekennzeichnet, dass

- als primäre Regelgröße die Zufuhrmenge an Festbrennstoff (**50**) pro Zeiteinheit in die Trocknungsvorrichtung (**4**) so gesteuert wird, dass als Zielgröße
- die Temperatur der die Trocknungsvorrichtung (**4**) verlassenden Trocknungsluft (**60**) (Abluft) in einem vorgegebenen Ablufttemperatur-Zielbereich liegt, und zusätzlich
- der, insbesondere automatisch, gemessene Wassergehalt des die Trocknungsvorrichtung (**4**) verlassenden Festbrennstoffes (**50**) in einem vorgegebenen Restwasser-Zielbereich liegt und/oder
- die relative Luftfeuchtigkeit der abgeführten Trocknungsluft (**60**) (Abluft) in einem Abluftfeuchte-Zielbereich von **70-90** % liegt.

2. Verfahren nach Anspruch **1**,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Restfeuchte-Zielbereich **13-19** Gewichts-%, besser von **14-18** Gewichts-%, besser von **15-16** Gewichts-%, beträgt
und/oder
der Ablufttemperatur-Zielbereich **30°** bis **50 °C**, besser **35°** bis **40 °C**, beträgt, insbesondere bei einer Zuluft-Temperatur von **65°** bis **75° C**, und insbesondere der Ablufttemperatur-Zielbereich in Abhängigkeit der vorliegenden Zuluft-Temperatur festgelegt wird.

3. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass

die zugeführte Trocknungsluft (60) (Zuluft) von einem Flüssigkeits-Kreislauf (24) mit schwankender Temperatur und/oder schwankendem Heizflüssigkeits-Durchsatz pro Zeiteinheit erwärmt wird in einem Wärmetauschers (25) und die Zufuhrmenge pro Zeiteinheit an Trocknungsluft (60) zum Wärmetauscher (25) als sekundäre Regelgröße so gesteuert wird, dass

- die Zuluft-Temperatur der in die Trocknungsvorrichtung (4) eingebrachten Trocknungsluft (60) (Zuluft) in einem Zulufttemperatur-Zielbereich liegt, der knapp, insbesondere 2° bis 5° C, unterhalb der Vorlauf-Temperatur der Heizflüssigkeit vor dem Wärmetauscher (25) liegt

und/oder

- die Rücklauf-Temperatur der den Wärmetauscher (25) verlassenden Flüssigkeit unterhalb einer Rücklauftemperatur-Obergrenze liegt, die 67°C, besser nur 64°C, besser nur 62°C, beträgt.

4. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass**

die Trocknungsvorrichtung mit Unterdruck betrieben wird um das Austreten von Feinstaub zu minimieren und/oder die relative Luftfeuchtigkeit der abgeführten Trocknungsluft (60) (Abluft) in einem Abluftfeuchte-Zielbereich von 80 - 90 % liegt.
(Entstauben + Fraktionieren)

5. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass**

der in dem getrockneten Festbrennstoff (50) enthaltene Feinanteil (50c) und Staubanteil (50d) extrahiert werden und

- der Feinanteil (50c) zu größeren Feststoffeinheiten, insbesondere zu Pellets (50c'), agglomeriert werden, insbesondere verpresst werden,
- der Staubanteil (50d) entsorgt wird

und/oder

der in dem Festbrennstoff (50) enthaltene Grobanteil (50a) extrahiert wird von dem verbleibenden Gutanteil (50b)

6. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass**

die aus dem Feinanteil (50c) agglomerierten Feststoffeinheiten (50c') mit dem Gutanteil (50b) des getrockneten Festbrennstoffs (50) zusammengeführt werden und dabei insbesondere vermischt werden.
und/oder

7. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Staubanteil (50d) beim Extrahieren befeuchtet wird.

8. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der die Trocknungsvorrichtung (4) verlassende Festbrennstoff (50) zum Extrahieren von Feinanteil (50c) und Staubanteil (50d) wenigstens in zwei, besser in drei, Siebstufen (26 a-c) gesiebt wird, wovon

- die letzte Siebstufe (26c) nur den Staubanteil (50d) hindurchfallen lässt und insbesondere eine Lochgröße von 3 mm im Sieb (26c) aufweist,
- die vorletzte Siebstufe (26b) den Feinanteil (50c) aussiebt und insbesondere eine Lochgröße von 6 mm im Sieb (26b) aufweist,
- die gegebenenfalls vorhandene drittletzte Siebstufe (26a) den hinsichtlich der Größe verkaufsfähigen Festbrennstoff (Gutanteil) aussiebt und insbesondere eine Lochgröße von 40 mm im Sieb aufweist, und
- der durch die Siebstufe (26a) nicht hindurchfallende Grobanteil (50a) separiert wird.

9. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass**

der in der Abluft (60) enthaltene Feinanteil (50b) und Staubanteil (50c) daraus, insbesondere mittels eines Zyklons (27), extrahiert wird und dem die Trocknungsvorrichtung (4) verlassenden Festbrennstoff (50) spätestens vor der vorletzten Siebstufe (26b) wieder zugeführt wird, insbesondere vor der ersten Siebstufe (26a).

10. **Gesamtvorrichtung (1)** zum kontinuierlichen Aufbereiten von organischen Festbrennstoffen, insbesondere von Waldhackschnitzeln, aufweisend:

- eine Trocknungsvorrichtung (4) mit einer Trocknungskammer (3), die eine Umwälzvorrichtung umfasst, in der der Festbrennstoff (50) von Trocknungsluft (60) durchströmt wird,
- eine Abluft-Aufbereitungsvorrichtung (21), in der Feststoffanteile von der Abluft getrennt werden
- einer Feststoff-Aufbereitungsvorrichtung (31) stromabwärts der Trocknungsvorrichtung (4), in der der getrocknete Festbrennstoff (50) hinsichtlich der Größe seiner Partikel fraktioniert und behandelt wird.

11. **Gesamtvorrichtung (1)** nach einem der vorhergehenden Vorrichtungsansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass**

die Trocknungskammer (3) in ihrem unteren Bereich, insbesondere in dem unteren Bereich ihrer

- Seitenwand, einen Lufteinlass (16) und in ihrem oberen Bereich, insbesondere in ihrer Oberseite, einen Luftauslass (17) für die Trocknungsluft (60) aufweist und in ihrem unteren Bereich einen Zwischenboden (23) mit Löchern (19), auf dem der zu trocknende Festbrennstoff (50) aufliegt, sodass die Trocknungsluft (60) durch die Löcher (19) nach oben in den Festbrennstoff (50) strömen kann
- und/oder
- die Trocknungskammer (3) eine stillstehende Kammer ist, in der eine rotierende Wälzvorrichtung (7) mit von der Rotationsachse abstehenden Paddeln (8) angeordnet ist, die den in der Trocknungskammer (3) befindlichen Festbrennstoff (50) umwälzt, und insbesondere einen Wälzbettrockner (22) mit um eine horizontale Achse rotierender Wälzvorrichtung (7) aufweist und der Zwischenboden (23) in axialer Richtung der Wälzvorrichtung (7) betrachtet eine nach oben konkav gerichtete Krümmung aufweist entsprechend dem Flugkreis der Paddel (8).
12. Gesamtvorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Vorrichtungsansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Trocknungsvorrichtung (4) ein Trommeltrockner ist und die Trocknungskammer (3) eine um eine horizontale Achse rotierende Trockentrommel mit Löchern (19) ist, die sich in einem umgebenden Gehäuse dreht, durch welches die Trocknungsluft (60) geführt wird und/oder
die stillstehende Trocknungskammer (3) oder das die Trocknungstrommel umgebende Gehäuse des Trommeltrockners an der Unterseite eine Abfallöffnung (10) aufweist, durch welche durch die Öffnungen (19) gefallenes Material abgeführt werden kann.
13. Gesamtvorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Vorrichtungsansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Trocknungskammer (3) einen Materialauslass (15) aufweist, dessen Unterkante durch ein aufrecht stehendes Überlaufwehr (11) für den Festbrennstoff (50) gebildet wird und ein Materialeinlass (14) an einem davon möglichst weit entfernten Punkt der Trocknungskammer (3) in deren oberen Bereich vorhanden ist
und/oder
der Luftauslass (17) für die Trocknungsluft (60) sich nahe des Materialauslasses (15) im oberen Bereich der Trocknungskammer (4) befindet.
(Feststoff-Aufbereitungsvorrichtung)
14. Gesamtvorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Vorrichtungsansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Feststoff-Aufbereitungsvorrichtung (31) wenigstens zwei, vorzugsweise drei, Siebstufen (26a, b, c) mit entsprechenden Sieben (26a, b, c) umfasst, die insbesondere untereinander angeordnet sind und der den Materialauslass (15) verlassende Festbrennstoff (50) über eine Zufuhrvorrichtung der Feststoff-Aufbereitungsvorrichtung (31) zugeführt wird, und insbesondere sich die oberste Siebebene (26a) der Feststoff-Aufbereitungsvorrichtung (31) unterhalb des Materialauslasses (15) der Trocknungsvorrichtung (4) befindet
und/oder
die unterste, feinste Siebstufe (26c) nur den Staubanteil (50d) des Festbrennstoffs (50) durchlässt und insbesondere eine Lochgröße von maximal 3 mm im Sieb (26c) aufweist.
15. Gesamtvorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Vorrichtungsansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
der durch die unterste Siebstufe (26c) fallende Staubanteil vor dem Abfüllen in einen Behälter (13) befeuchtet wird
und/oder
die zweitletzte Siebstufe (26b) nur den Feinanteil (50c) und den Staubanteil (50b) hindurchfallen lässt und insbesondere eine Lochgröße von maximal 6 mm im Sieb (26b) aufweist, wobei der das Sieb (26b) nicht durchdringende Anteil des Festbrennstoffes der Gutanteil (50b) ist.
16. Gesamtvorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Vorrichtungsansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Feinanteil (50c), der nicht durch das letzte Sieb (26c) hindurchtritt, von einer Agglomerationsvorrichtung (6), insbesondere einer Schneckenpresse, zu Pellets (50c') verpresst wird
und/oder
der vorletzten Siebstufe (26b) eine drittletzte Siebstufe (26a) vorgelagert ist, die insbesondere eine Lochgröße von 40 mm im Sieb (26a) aufweist und von einem Grobanteil (50a) des Festbrennstoffes (50) nicht durchdrungen werden kann.
(Abluft-Aufbereitungsvorrichtung)
17. Gesamtvorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Vorrichtungsansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Abluft-Aufbereitungsvorrichtung (21)
- einen Feststoff-Abscheider, insbesondere einen Zyklon (5), umfasst mit einem oberen Luftauslass (5a), über den die Abluft (60) insbesondere in die Umgebung entlassen wird, und
- einen unteren Auslass (5b) für die Feststoff-Anteile, der mit der Feststoff-Aufbereitungsvorrichtung (31) verbunden ist und die im Zyklon (5) abgeschiedenen Feinanteil (50c) und Staubanteil (50d) der drittletzten Siebstufe (26a) oder insbesondere der zweitletzten Siebstufe

- (26b) zu führt
- und/oder
die Gesamtvorrichtung (1) eine Zuluft-Aufbereitungs-
vorrichtung (41) aufweist, die umfasst
- 5
- einen Wärmetauscher (25), in dem die Trocknungs-
luft (60) mittels eines Flüssigkeitskreis-
laufs (24) aufgeheizt wird, und
 - ein Gebläse (2), welches die Trocknungs-
luft (60) durch den Wärmetauscher (25) und in die
Trocknungsvorrichtung (4) hinein transportiert,
insbesondere durch die Löcher (19) in dem Zwi-
schenboden (23) in den darauf liegende Fest-
brennstoff (50) hineinpresst.
- 10
- 15
18. Gesamtvorrichtung (1) nach einem der vorherge-
henden Vorrichtungsansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Gesamtvorrichtung (1) eine Mischvorrichtung
umfasst, um die Pellets (50c') mit dem Gutanteil
(50b) zu mischen
- 20
- und/oder
die Gesamtvorrichtung (1) eine elektronische Regel-
einheit (20) zum Regeln der Gesamtvorrichtung (1)
gemäß einem der vorherigen Verfahrensansprüche
aufweist
- 25
- und/oder
stromabwärts der Trocknungskammer ein Gebläse
vorhanden ist, um das Innere der Trocknungskam-
mer unter einem leichten Unterdruck zu halten.
- 30
19. Gesamtvorrichtung (1) nach einem der vorherge-
henden Vorrichtungsansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die elektronische Regeleinheit
- 35
- wenigstens einen Feuchte-Sensor (18b1,
18b2) umfasst, der die Feuchte des ihn umge-
benden Festbrennstoffes (50) misst, der insbe-
sondere an oder nahe dem Materialauslass
(15), insbesondere an dem Überlaufwehr (11),
und/oder an oder nahe dem Materialeinlass (14)
angeordnet ist,
- 40
- 45
- und/oder
- wenigstens einen Temperatursensor (18a1,
18a2) umfasst zum Messen des ihn umgeben-
den Festbrennstoffes (50), der insbesondere an
oder nahe dem Materialauslass (15), insbeson-
dere an dem Überlaufwehr (11), und/oder an
oder nahe dem Materialeinlass (14) angeordnet
ist,
 - wenigstens einen Temperatursensor (18c1,
18c2) umfasst zum Messen der Temperatur der
Trocknungs-
luft, der insbesondere zwischen
dem Wärmetauscher (25) und dem Lufteinlass
- 50
- 55

(16) und/oder am oder im Abluftkanal (12) an-
geordnet ist,

und/oder

- wenigstens einen Temperatursensor (18d1,
18d2) umfasst zum Messen der Temperatur der
Heizflüssigkeit, der insbesondere an der Vor-
laufleitung und/oder an der Rücklaufleitung der
den Wärmetauscher (25) durchströmenden
Heizflüssigkeit angeordnet ist,

und/oder

- wenigstens einen Feuchte-Sensor (18e1,
18e2) umfasst, der die Luftfeuchtigkeit der Ab-
luft (60) misst und insbesondere im Lufteinlass
(16) und/oder im Abluft-Kanal (12) angeordnet
ist,

und

- die Steuerung (20) Zugriff auf die Messergeb-
nisse aller vorhandenen Sensoren besitzt und
mit diesen in Daten-Austausch-Verbindung
steht.

20. Gesamtvorrichtung (1) nach einem der vorherge-
henden Vorrichtungsansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Gesamtvorrichtung

- ein Steuerelement zum Steuern der Zufuhr-
menge an Festbrennstoff pro Zeiteinheit in den
Materialeinlass (14) der Trocknungsvorrichtung
(4) hinein umfasst,

und/oder

- ein Steuerelement zum Steuern der Zufuhr-
menge an Trocknungs-
luft pro Zeiteinheit durch
den Wärmetauscher (25) und damit in die Trock-
nungsvorrichtung (4) umfasst, insbesondere ei-
nen Drehzahlregler für das Gebläse (2),
- ein Steuerelement zum Verändern der Größe
der Löcher (19) in dem Zwischenboden (23) um-
fasst,

und

- jedes Steuerelement von der Steuerung (20)
angesteuert werden kann.

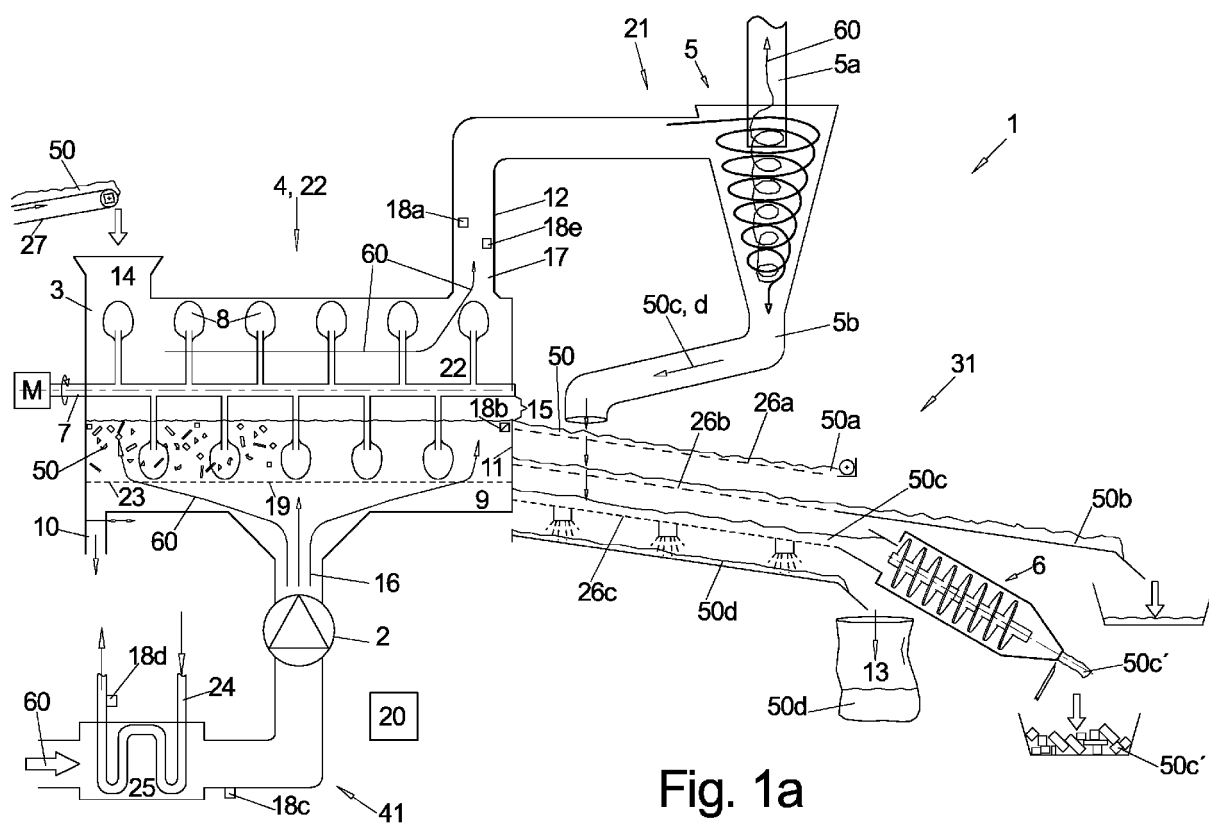


Fig. 1a

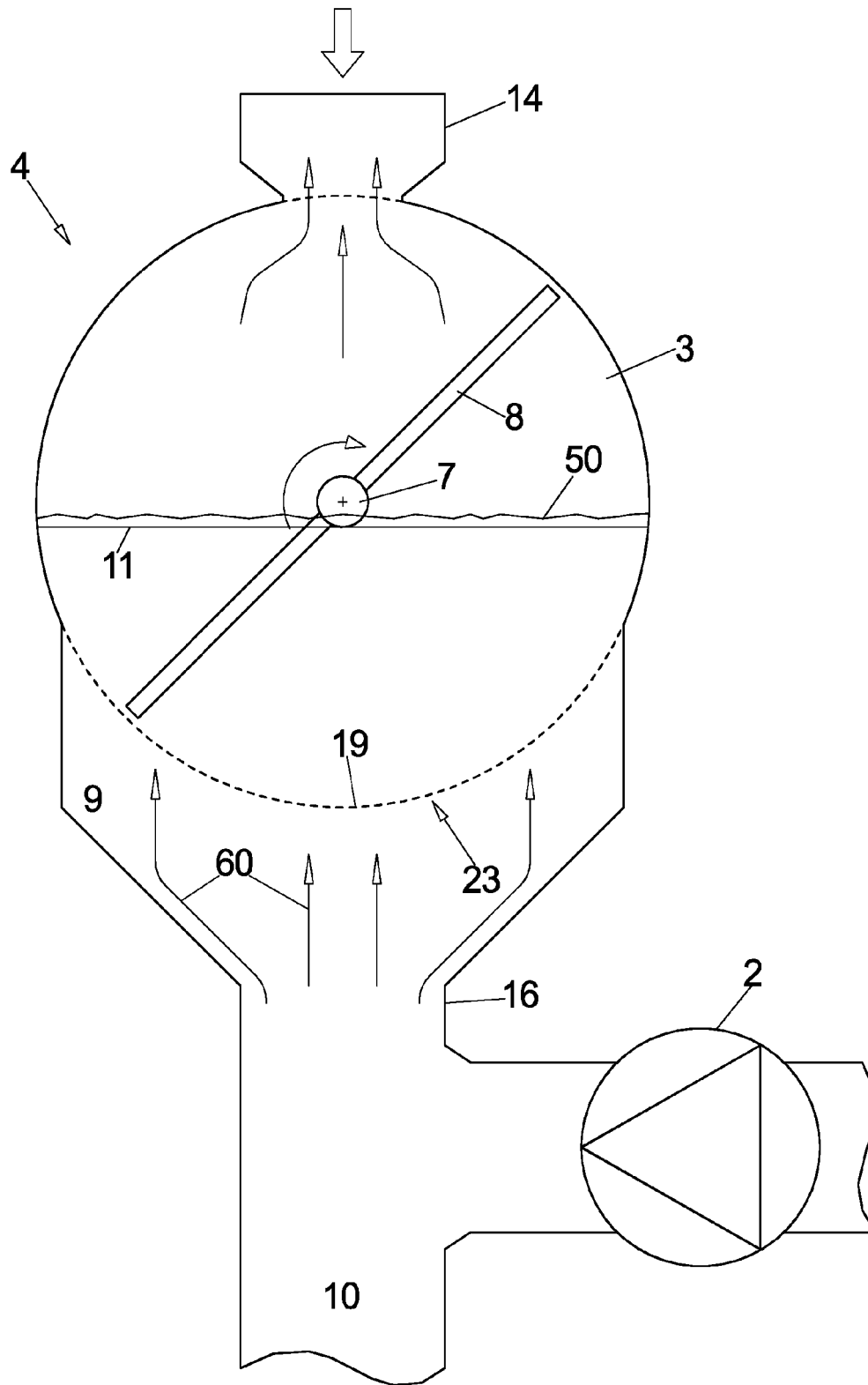


Fig. 1b

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

- WO 2010094476 A2 [0013]
- WO 2010094476 A [0024]