

(19)



(11)

EP 2 332 656 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

15.06.2011 Patentblatt 2011/24

(51) Int Cl.:

B02C 17/00 (2006.01)**B02C 23/18** (2006.01)**B02C 18/00** (2006.01)(21) Anmeldenummer: **10015375.8**(22) Anmeldetag: **07.12.2010**

(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:

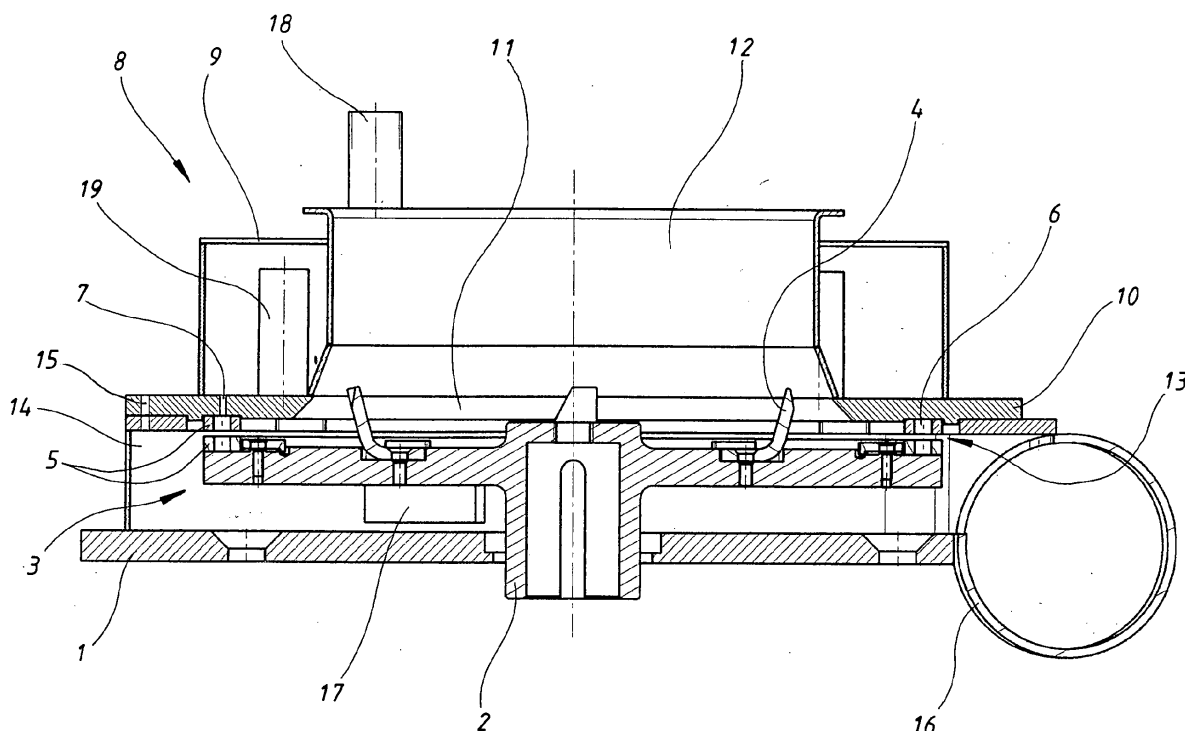
BA ME(30) Priorität: **09.12.2009 DE 102009057687**(71) Anmelder: **Tapken, Daniel****26219 Bösel (DE)**

(72) Erfinder:

• **Tapken, Hermannus****26219 Bösel (DE)**• **Siemer, Josef****49429 Visbek (DE)**(74) Vertreter: **Jabbusch, Wolfgang et al****Jabbusch Siekmann & Wasiljeff****Hauptstrasse 85****26131 Oldenburg (DE)**(54) **Verfahren und Vorrichtung zur Aufbereitung von Biomasse**

(57) Bei einem Verfahren zur kontinuierlichen Aufbereitung von Biomasse, insbesondere von Gärresten, wird die Biomasse zerkleinert, die unzerkleinerte Biomasse in Rotation versetzt, die rotierende Biomasse zermahlen, die Biomasse während des Mahlvorgangs mit Wasserdampf beaufschlagt und kontrolliert mit Harnstoff angereichert. Zur Durchführung des Verfahrens dient eine Vorrichtung mit wenigstens einer Mühle, die wenig-

stens einen an einem Stator drehbar gelagerten Rotor mit einer Werkzeugaufnahme aufweist. Diese weist wenigstens einen Satz Mitnehmer auf, der auf einem inneren Drehkreis des Rotors angeordnet ist. Außerdem weisen die Werkzeugaufnahme sowie der Stator gemeinsam wenigstens einen Satz Mahlwerkzeuge auf, der an einem äußeren Drehkreis des Rotors angeordnet ist. Der Stator weist im Bereich der Mahlwerkzeuge angeordnete Dampfaustrittsöffnungen auf.

**EP 2 332 656 A2**

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur kontinuierlichen Aufbereitung von Biomasse, insbesondere von Gärresten, bei dem die Biomasse zerkleinert wird. Außerdem betrifft die Erfindung eine Vorrichtung zur kontinuierlichen Aufbereitung von Biomasse, insbesondere von Gärresten, mit wenigstens einer Mühle, die wenigstens einen an einem Stator drehbar gelagerten Rotor mit einer Werkzeugaufnahme aufweist.

[0002] Die Gärreste sind ein Nebenprodukt, das bei der Erzeugung von Biogas aus Biomasse anfällt. Bei der gewerblichen Erzeugung von Biogas wird die Biomasse in die Faulbehälter von Biogasanlagen gegeben, in denen aus der Biomasse unter Ablauf biochemischer Umwandlungsprozesse die Gärreste entstehen. Zur Minderung des Investitionsvolumens für Lagerkapazitäten und Transport ist es bekannt, einen hohen Wasseranteil aufweisende Biomasse, insbesondere die einen hohen Wasseranteil aufweisende Gärreste mittels Abwärme aus den Maschinen der Biogasanlage zu trocknen. Ferner ist es bekannt, das Investitionsvolumen durch eine der Trocknung nachgeschaltete Pelletierung der Biomasse, insbesondere der daraus abfallenden Gärreste weiter herabzusetzen. Die Pelletierung erfordert jedoch eine aufwendige Aufbereitung der getrockneten Biomasse. Dazu ist es bekannt, die getrocknete Biomasse mit einer Hammermühle zu zerkleinern. Mit dem Abluftstrom der Hammermühle wird die zerkleinerte Biomasse in einen Abscheider befördert. Vorzugsweise folgt eine Kontrollsiebung mit Rückführung einer Grobfraction der Biomasse in die Hammermühle. Die Feinfraction der Biomasse wird in einen Durchlaufmischer befördert, in welchem die Feuchte und die Temperatur der Biomasse durch Beimengung von Wasserdampf auf die für das Pelletieren optimalen Prozesswerte eingestellt werden. Im Anschluss daran wird die Biomasse in einen der Pelletierstation vorgeschalteten Verweilbehälter befördert. Diese bekannte Verfahrensweise ist jedoch nachteilig aufwendig und weist zudem den Nachteil auf, dass von der Zerkleinerung der getrockneten Biomasse in Hammermühlen sowie von nachfolgenden Kontrollsiebungen eine gesundheitsgefährdende Feinstaubbelastung ausgeht.

[0003] Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren sowie eine Vorrichtung der eingangs genannten Gattung aufzuzeigen, deren verfahrenssowie vorrichtungstechnischer Aufwand maßgeblich herabgesetzt ist.

[0004] Diese Aufgabe ist erfindungsgemäß durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruches 1 sowie durch eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Patentanspruches 4 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den jeweils auf diese Patentansprüche rückbezogenen Unteransprüchen angegeben.

[0005] Das erfindungsgemäße Verfahren zur Aufbereitung von Biomasse zeichnet sich dadurch aus, dass die unzerkleinerte Biomasse in Rotation versetzt wird,

dass die rotierende Biomasse zermahlen wird, und dass die Biomasse während des Mahlvorganges mit Wasserdampf beaufschlagt wird. Aus der Rotation resultieren auf die Biomasse einwirkende Fliehkräfte, mit welchen die unzerkleinerte Biomasse in eine radial gerichtete Strömungsbewegung versetzt wird, die zur kontinuierlichen Aufbereitung der Biomasse unabdingbar ist. Die Fliehkräfte dienen dabei insbesondere der Überwindung des dem Materialstrom durch den Mahlvorgang entgegenwirkenden Strömungswiderstandes. Mit dem Wasserdampf wird die Wärmeleitfähigkeit der Biomasse tragenden Materialstromes erhöht, so dass im Mahlvorgang anfallende Prozesswärme in möglichst hohem Maße in die Biomasse übergehen kann. Der Wasserdampf kann sowohl Temperaturen über 100°C als auch Temperaturen unter 100°C aufweisen. Vorzugsweise weist der Wasserdampf eine Temperatur zwischen 60°C und 200°C, insbesondere 95°C auf.

[0006] Nach einer ersten Weiterbildung der Erfindung wird die Biomasse während des Mahlvorganges kontrolliert mit Harnstoff angereichert. Bei einer späteren Verbrennung der vorzugsweise pelletierten Biomasse zersetzt sich der Harnstoff zu Ammoniak, mit welchem dann bei der Verbrennung entstehende giftige Stickoxide in unbedenklichen Stickstoff und in Wasser umgewandelt werden. Außerdem führt das Ammoniak in den Verbrennungsgasen zu einer Verringerung des Kohlenmonoxid- und Kohlendioxidgehaltes. Der Harnstoff kann der Biomasse entweder als Feststoff oder in Form einer wässrigen Lösung zugeführt werden. Bei einer Aufbereitung von Biomasse mit einem geringen Gehalt an tierischen Stoffwechselprodukten wie Gülle oder Festmist, ist die kontrollierte Zufuhr von Harnstoff von besonderer Bedeutung. Im Rahmen der Erfindung ist es als gleichwirkend zu betrachten, wenn der Biomasse während des Mahlvorganges eine Ammoniak enthaltende wässrige Lösung zugeführt wird.

[0007] Eigenständiger Schutz wird für ein Verfahren zur Herstellung von Pellets beansprucht, bei dem naturbelassene Biomasse, bzw. naturbelassenes Biomaterial mit einer vorbestimmten oder zuvor errechneten Menge Harnstoff angereichert wird, und die angereicherte Biomasse zu Pellets verpresst wird. Dabei erfolgt die Bestimmung oder Errechnung der der Biomasse zuzuführenden Menge Harnstoff mit dem Ziel, den durch eine Verbrennung der Pellets verursachten Schadstoffausstoß auf ein Minimum herabzusetzen. Auf diese Weise wird insbesondere der Gehalt an Stickoxiden, Kohlenmonoxid und Kohlendioxid maßgebend herabgesetzt. Die mit Harnstoff angereicherte bzw. veredelte Biomasse zeichnet sich dadurch aus, dass die in ihr enthaltende Menge Harnstoff größer ist als die Summe aller Harnstoffmengen, die die angereicherte Biomasse aufgrund der in ihr verarbeiteten naturbelassenen Biomassen enthält. Naturbelassene Biomassen sind vornehmlich in der Landwirtschaft anfallende pflanzliche und tierische Materialien wie beispielsweise Silage, Gärreste, Stroh, Gülle oder Mist. Der Veredelung der naturbelassenen Bio-

masse mit einer ammoniakhaltigen, wässrigen Lösung liegt auch hier im Rahmen der Erfindung.

[0008] Nach einer nächsten Weiterbildung der Erfindung wird die unzerkleinerte Biomasse vorgewärmt. Mit einer Vorwärmung wird die relative Feuchte der unzerkleinerten Biomasse gesenkt, so dass ihre Fließ- und Rieselfähigkeit verbessert ist, und das Temperaturniveau fertig aufbereiteter Biomasse möglichst hoch liegt.

[0009] Nach einer besonders vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung wird die zerkleinerte Biomasse bedarfsweise durch Einleitung von Wasser angefeuchtet. Ein derartiger Verfahrensschritt bietet im Bedarfsfall die Möglichkeit, die Feuchte der Biomasse auf einen für das Pelletieren optimalen Prozesswert anzuheben. Dabei wird die Feuchte auf Basis einer an der zerkleinerten Biomasse durchgeführten Temperaturmessung bestimmt. Wird jedoch auf Basis dieser Temperaturmessung festgestellt, dass die Feuchte einen für das Pelletieren optimalen Prozesswert bereits überschritten hat, wird die Vorwärmung der unzerkleinerten Biomasse intensiviert.

[0010] Die erfindungsgemäße Vorrichtung zur kontinuierlichen Aufbereitung von Biomasse zeichnet sich dadurch aus, dass die Werkzeugaufnahme wenigstens einen Satz Mitnehmer aufweist, der auf einem inneren Drehkreis des Rotors angeordnet ist, dass die Werkzeugaufnahme sowie der Stator gemeinsam wenigstens einen äußeren Satz Mahlwerkzeuge aufweisen, der an einem äußeren Drehkreis des Rotors angeordnet ist, und dass der Stator im Bereich der Mahlwerkzeuge angeordnete Dampfaustrittsöffnungen aufweist. Die Mitnehmer haben dabei die Aufgabe, die unzerkleinerte Biomasse in Rotation zu versetzen, wobei die Fliehkräfte die rotierende Biomasse vom inneren Drehkreis des Rotors auf den äußeren Drehkreis des Rotors bewegt, auf dem die Mahlwerkzeuge angeordnet sind. Die Mahlwerkzeuge gewährleisten eine Zerkleinerung der Biomasse mit einer definierten maximalen Korngröße, so dass mit einer nachteiligen Staubentwicklung behaftete Zerkleinerungsvorgänge in Hammermühlen sowie nachfolgende Kontrollsiebungen entfallen können. Von den Fliehkräften angetrieben, erzeugen die auf dem Rotor angeordneten Mitnehmer ohne einen zusätzlichen Abluftstrom einen die Biomasse zu den Mahlwerkzeugen transportierenden Materialstrom, so dass mit einer nachteiligen Staubentwicklung behaftete Luftabscheidungen ebenfalls entfallen können. Die im Bereich der Mahlwerkzeuge angeordneten Dampfaustrittsöffnungen dienen dazu, die Biomasse während ihres Mahlvorganges mit Wasserdampf zu beaufschlagen. Die Dampfaustrittsöffnungen sind bevorzugt in die Mahlfächen der Mahlwerkzeuge unterbrechenden Zwischenräumen angeordnet, so dass die beim Mahlvorgang an den Mahlfächen der Mahlwerkzeuge entstehende Prozesswärme auf möglichst direktem Wege auf den die Biomasse transportierenden Materialstrom übergehen kann. Vorrichtungstechnisch ist mit dem Wärmeübergang zuverlässig verhindert, dass die Mahlwerkzeuge ihre Mahlfächen schä-

digende Glühtemperaturen erreichen.

[0011] Nach einer ersten Weiterbildung der erfindungsgemäßen Vorrichtung sind der Stator sowie ein den Dampfaustrittsöffnungen zugeordneter Dampferzeuger wärmeleitend miteinander verbunden. Diese Verbindung erlaubt die irreversible Wärmeübertragung vom Dampferzeuger auf den Stator und von diesem auf den die Biomasse transportierenden Materialstrom. Mit Vorteil ist die wärmeleitende Verbindung derart ausgebildet, dass ein Heißwassertank des Dampferzeugers und der Stator eine möglichst große Kontaktfläche miteinander aufweisen und diese Kontaktfläche einen möglichst geringen Abstand zu dem die Biomasse transportierenden Materialstrom aufweist.

[0012] Nach einer nächsten Weiterbildung der Erfindung weist der Stator wenigstens eine auf die Mitnehmer ausgerichtete Beschickungsöffnung auf, die als Austrittsöffnung eines Fallschachtes ausgebildet ist. Der Fallschacht hat die Aufgabe, aus der unzerkleinerten Biomasse eine Schüttgutsäule mit größtmöglicher Schüttdichte herzustellen, die für einen kontinuierlichen Nachschub von Biomasse im Bereich der am Rotor angeordneten Mitnehmer sorgt. Die Beschickungsöffnung weist vorzugsweise einen kreisförmigen Öffnungsquerschnitt auf, wobei die Rotationsachse der Beschickungsöffnung und die Rotationsachse des Stators in coaxialer Anordnung zueinander stehen.

[0013] Um die zerkleinerte Biomasse bedarfsweise durch Einleitung von Wasser anfeuchten zu können, ist zwischen dem Stator und dem Rotor wenigstens ein den Mahlpalt zwischen den Mahlwerkzeugen umgebender Ringraum ausgebildet, wobei der Stator wenigstens eine in den Ringraum hineinführende Wasseraustrittsöffnung aufweist. Vorzugsweise weist der Stator jedoch eine Vielzahl von Wasseraustrittsöffnungen auf, die gleichmäßig am Umfang des Ringraumes verteilt sind.

[0014] Nach einer nächsten Weiterbildung der erfindungsgemäßen Vorrichtung weist der Stator wenigstens einen am Ringraum angeschlossenen Austrittskanal auf, wobei der Ringraum und der Austrittskanal über einen Satz am Rotor angeordneter Auswurfflügel in Wirkverbindung miteinander stehen. Die Auswurfflügel haben die Aufgabe, den den Mahlpalt in radialen Richtungen verlassenden Materialstrom in Richtung des Austragskanales umzulenken. Damit gewährleisten die Auswurfflügel einen auf den Umfang des Ringraumes bezogenen gleichmäßigen Abtransport der aus dem Mahlpalt austretenden zerkleinerten Biomasse.

[0015] Die Abnahme der von den Auswurfflügeln an den Austragskanal herangetragenen Biomasse erfolgt über eine in dem Austragskanal angeordnete Austragschnecke, welche die aufbereitete Biomasse vorzugsweise auf direktem Wege einer Pelletierstation zuführt.

[0016] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung, aus dem sich weitere erfinderische Merkmale ergeben, ist in der Zeichnung dargestellt.

[0017] Die Figur zeigt eine Seitenansicht der erfindungsgemäßen Vorrichtung im Mittelschnitt. Die Vorrich-

tung weist einen an einem Stator 1 drehbar gelagerten Rotor 2 mit einer Werkzeugaufnahme 3 auf. Die Werkzeugaufnahme weist einen Satz Mitnehmer 4 auf, der an einem inneren Drehkreis des Rotors 2 angeordnet ist. Die Werkzeugaufnahme 3 sowie der Stator 2 weisen gemeinsam einen Satz Mahlwerkzeuge 5 auf, der an einem äußeren Drehkreis des Rotors 2 angeordnet ist. Die Mahlwerkzeuge 5 weisen Bohrungen 6 auf, deren Wänden untereinander als Scherflächen fungieren. Der Stator 2 weist mehrere im Bereich der Mahlwerkzeuge 5 angeordnete Dampfaustrittsöffnungen 7 auf. Der Stator 1 sowie ein den Dampfaustrittsöffnungen 7 zugeordneter Dampferzeuger 8 sind wärmeleitend miteinander verbunden. Dazu weist der Dampferzeuger 8 einen Heißwasserbehälter 9 auf, der auf einer das Mahlwerkzeug 5 des Stators 1 tragenden Stahlplatte 10 angeordnet ist. Außerdem weist der Stator 1 eine auf die Mitnehmer 4 ausgerichtete Beschickungsöffnung 11 auf, die als Austrittsöffnung eines Fallschachtes 12 ausgebildet ist. Zwischen den ringförmig ausgebildeten Mahlwerkzeugen 5 ist ein in seiner Größe einstellbarer Mahlpalt 13 ausgebildet, der von einem zwischen dem Stator 1 und dem Rotor 2 ausgebildeten Ringraum 14 umgeben ist. In diesen führen am Stator 1 angeordnete Wasseraustrittsöffnungen 15 hinein. Zum Abführen der fertig aufbereiteten Biomasse weist der Stator 1 einen am Ringraum 14 angeschlossenen Austragskanal 16 auf. Der Ringraum 14 und der Austragskanal 16 stehen über einen Satz am Rotor 1 angeordneter Auswurf Flügel 17 in Wirkverbindung miteinander. Der Dampferzeuger 8 weist einen Wassereinlaufstutzen 18 sowie einen Wasserüberlauf 19 auf.

Patentansprüche

1. Verfahren zur kontinuierlichen Aufbereitung von Biomasse, insbesondere von Gärresten, bei dem die Biomasse zerkleinert wird,
dadurch gekennzeichnet,
dass die unzerkleinerte Biomasse in Rotation versetzt wird,
dass die rotierende Biomasse zermahlen wird, und
dass die Biomasse während des Mahlvorgangs mit Wasserdampf beaufschlagt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Biomasse während des Mahlvorganges kontrolliert mit Harnstoff angereichert wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die unzerkleinerte Biomasse vorgewärmt wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zerkleinerte Biomasse bedarfsweise durch Einleitung von Wasser

angefeuchtet wird.

5. Vorrichtung zur kontinuierlichen Aufbereitung von Biomasse, insbesondere von Gärresten, mit wenigstens einer Mühle, die wenigstens einen an einem Stator drehbar gelagerten Rotor mit einer Werkzeugaufnahme aufweist, insbesondere zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet,**
dass die Werkzeugaufnahme (3) wenigstens einen Satz Mitnehmer (4) aufweist, der auf einem inneren Drehkreis des Rotors (2) angeordnet ist, dass die Werkzeugaufnahme (3) sowie der Stator (2) gemeinsam wenigstens einen Satz Mahlwerkzeuge (5) aufweisen, der an einem äußeren Drehkreis des Rotors (2) angeordnet ist, und
dass der Stator (1) im Bereich der Mahlwerkzeuge (5) angeordnete Dampfaustrittsöffnungen (7) aufweist.
6. Vorrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Stator (1) sowie ein den Dampfaustrittsöffnungen (7) zugeordneter Dampferzeuger (8) wärmeleitend miteinander verbunden sind.
7. Vorrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Stator (1) wenigstens eine auf die Mitnehmer (4) ausgerichtete Beschickungsöffnung (11) aufweist, die als Austrittsöffnung eines Fallschachtes (12) ausgebildet ist.
8. Vorrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen dem Stator (1) und dem Rotor (2) wenigstens ein den Mahlpalt (13) zwischen den Mahlwerkzeugen (5) umgebender Ringraum (14) ausgebildet ist, und dass der Stator (1) wenigstens eine in den Ringraum (14) hineinführende Wasseraustrittsöffnung (15) aufweist.
9. Vorrichtung nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Stator (1) wenigstens einen am Ringraum (14) angeschlossenen Austragskanal (16) aufweist, und dass der Ringraum (14) und der Austragskanal (16) über einen Satz am Rotor (2) angeordnete Auswurf Flügel (17) in Wirkverbindung miteinander stehen.
10. Vorrichtung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** in dem Austragskanal (16) wenigstens eine Austragschnecke angeordnet ist.

