

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
19. April 2012 (19.04.2012)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2012/048677 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:
C10L 9/08 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2011/001738

(22) Internationales Anmeldedatum:
19. September 2011 (19.09.2011)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2010 045 612.8
17. September 2010 (17.09.2010) DE

(72) Erfinder; und

(71) Anmelder : SCHÜRMANN, Erich [DE/DE]; Wittenberg 1, 48324 Sendenhorst (DE).

(74) Anwalt: OSTRIGA, SONNET, WIRTHS & ROCHE; Friedrich-Engels-Allee 430-432, 42283 Wuppertal (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD,

ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

- hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii)
- Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv)

Veröffentlicht:

- ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)



WO 2012/048677 A2

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR PRODUCING A SOLID FUEL FROM BIOMASS

(54) Bezeichnung : VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR HERSTELLUNG EINES FESTEN BRENNSTOFFS AUS BIOMASSE

(57) Abstract: The invention relates to, *inter alia*, a device for producing a solid fuel from biomass, comprising a biogas system (11), by means of which fermentation residues and biogas can be produced, and a drying system (13) arranged downstream of the biogas system (11) in the material flow direction for drying fermentation residues of the biogas system (11). The invention is characterized in that a torrefaction device (14) is arranged downstream of the biogas system (11) in the material flow direction.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft unter anderem eine Vorrichtung zur Herstellung eines festen Brennstoffs aus Biomasse, mit einer Biogasanlage (11), mittels welcher Gärreste und Biogas erzeugbar sind und einer in Materialflussrichtung der Biogasanlage (11) nachgeordneten Trocknungsanlage (13) zur Trocknung von Gärresten der Biogasanlage (11). Die Besonderheit besteht darin, dass in Materialflussrichtung hinter der Biogasanlage (11) eine Torrefizierungsvorrichtung (14) angeordnet ist.

Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung eines festen Brennstoffs aus Biomasse

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Herstellung eines festen Brennstoffs aus Biomasse. Die Gärreste sollen in einen wertvollen Brennstoff überführt werden. Dabei stehen ein kontinuierlicher Betrieb, ein einfacher Aufbau und eine hohe Wirtschaftlichkeit im Vordergrund.

10

STAND DER TECHNIK

15

Moderne Biogasanlagen mit einem Blockheizkraftwerk zur Stromerzeugung werden in zunehmendem Maße mit einer Trocknungsanlage für die anfallenden Gärreste ausgerüstet oder nachgerüstet. Bei diesen Trocknungsanlagen werden die Gärreste mit einem TS-Gehalt von etwa 5 bis 10% auf einen TS-Gehalt von etwa 85% unter Nutzung der Abwärme des Blockheizkraftwerks getrocknet. Der getrocknete Gärrest hat dann, je nach Trocknertyp, eine Schüttdichte von 150 bis 200 kg/m³, der durch eine nachgeschaltete Pelletierung auf ca. 650 kg/m³ erhöht werden kann.

20

25

Die Gärreste können, entsprechend gekennzeichnet, als Dünger vermarktet werden und besitzen einen Düngerwert von ca. 20,- €/t. Als Brennstoff können die Gärreste nur sehr bedingt verwendet werden. Als Brennstoff wäre jedoch ein entsprechend aufbereiteter und pelletierter Gärrest mit etwa 200,- €/t deutlich wertvoller. Dieses wirtschaftliche Potenzial soll mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung realisierbar werden.

30

Ein Verfahren zur Herstellung von Brennstoff in einer Biogasanlage ist in der DE 10 2008 015 609 A1 beschrieben. Der bei dem Verfahren anfallende Gärrest wird in eine Flüssigfraktion und in eine Festfraktion separiert. Die Festfraktion ist nach der Trocknung als Brennstoff geeignet.

In der US 2009/0250331 A1 sind eine Torrefizierungsvorrichtung sowie ein Verfahren zur Torrefizierung beschrieben. Als Ausgangsstoff zur Verwendung in der Torrefizierungsvorrichtung sowie für das Verfahren wird frische Biomasse eingesetzt, die zuvor ggf. erhitzt wird. Der Endstoff nach der Torrefizierung kann als Brennstoff verwendet werden.

In der WO 2005/056723 A1 sind die ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zur Torrefizierung eines organischen Roh-Materials beschrieben um einen Brennstoff zu erhalten.

Es war Aufgabe der vorliegenden Erfindung ein Verfahren zur Herstellung eines Brennstoffs aus Biomasse zu schaffen, welches in Bezug auf seine Wirtschaftlichkeit verbessert ist.

Die Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1.

Der Biogasanlage wird Biomasse zugeführt. In der Biogasanlage wird aus der Biomasse Biogas erzeugt, wobei Gärreste entstehen. Wenigstens ein Teil der Gärreste werden von der Biogasanlage dem Reaktorraum einer Torrefizierungsvorrichtung zugeführt. In dem Reaktorraum werden die Gärreste unter Luftabschluss erhitzt und dabei torrefiziert, wobei ein fester Brennstoff entsteht.

Gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung wird wenigstens ein Teil der Gärreste der Biogasanlage zunächst einer Trocknungsanlage zugeführt und gelangt anschließend von der Trocknung zu dem Reaktorraum der Torrefizierungsvorrichtung.

Durch die erfindungsgemäße Aufbereitung der Gärreste zu einem Brennstoff wird der fast zehnfache Marktpreis gegenüber dem Marktpreis für

Dünger erzielt, ohne jedoch auf die anorganischen Düngersubstanzen verzichten zu müssen, da diese auch nach der energetischen Nutzung des Brennstoffs in der Asche grundsätzlich weiterhin als Dünger zur Verfügung stehen. Die Nutzung der aufbereiteten Gärreste als Brennstoff ermöglicht eine Reduzierung der Überdüngung der Böden.

In einigen Regionen mit hohem Viehbestand gibt es durch Futtermittelimporte ein Überangebot an Dünger. Der mineralische Dünger verbleibt bei der thermischen Nutzung der aufbereiteten Gärreste in der Asche, ist dort hochkonzentriert und transportwürdig. Der Brennstoff kann vermarktet werden oder auch lokal zur Trocknung von weiteren Gärrestmengen genutzt werden. Mit der Möglichkeit einen transportwürdigen und lagerfähigen Brennstoff zu erzeugen werden neben der besseren Wirtschaftlichkeit zwei wesentliche Effekte erreicht. Einerseits wird der energetische Wirkungsgrad der Biogasanlagen verbessert und andererseits wird die lokale Überdüngung der Äcker verhindert. Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren werden die Brenneigenschaften des erhaltenen Brennstoffs verbessert und der Heizwert deutlich erhöht. Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren wird die Aufbereitung des Biogases zur Einspeisung in ein Erdgasnetz zu einer ökologisch eher fragwürdigen Alternative bezüglich der Gärreste und der Düngerfrachten.

Die Torrefizierung ist ein Pyrolyseprozess mit einer auf z.B. ca. 300° C begrenzten Temperatur. Dabei entweichen flüchtige Bestandteile mit insgesamt nur geringen Brennwerten, wobei bei den getrockneten Gärresten die Massereduzierung von 10 bis 25% zu einer deutlichen Erhöhung des Heizwertes von ca. 4 kWh/kg auf 6 kWh/kg führt. Der TS-Gehalt erhöht sich dabei von 85% auf ca. 95%. Bei einer Biogasanlage mit Blockheizkraftwerk und angeschlossener Gärresttrocknung wird nach dem heutigen Stand der Technik das hohe Temperaturniveau der Abgase des Verbrennungsmotors nicht direkt für die Gärresttrocknung, sondern nur mittelbar zur Heizung der trockenen Umgebungsluft genutzt. Da die Abgastemperatur eines Blockheizkraftwerkes mit 450 bis 500° C höher ist als die erforderliche Temperatur zur Torrefizierung der

getrockneten Gärreste, kann die Vorrichtung zur Torrefizierung mit dem Abgas des Verbrennungsmotors beheizt werden. Der Energiebedarf für die Torrefizierung der anfallenden Gärreste einer Biogasanlage bei ca. 300° C ist gemessen am gesamten Wärmeangebot des Blockheizkraftwerkes sehr gering.

5

Da die Torrefizierung unter Luftabschluss erfolgen muss, ist die Vorrichtung zur Torrefizierung der getrockneten Gärreste z.B. mit einem Doppelmantel ausgestattet, der von den Abgasen des Verbrennungsmotors des Blockheizkraftwerkes durchströmt wird. Der Reaktor der Torrefizierungsvorrichtung wird in diesem Fall mit dem Abgas des Verbrennungsmotors auf z.B. etwa 300° C beheizt. Die heißen, flüchtigen Ausgasungen, die während der Torrefizierung aus dem Gärrest entstehen, werden dem Gärrestrockner zugeführt, um mit der Energie der Abgase aus der Torrefizierung den Trockner zu unterstützen. Darüber hinaus wird die ohnehin vorhandene Abluftreinigung der Gärresttrocknung z.B. auch für die flüchtigen Ausgasungen der Torrefizierung genutzt.

10

15

Aufgabe der vorliegenden Erfindung war es außerdem, eine Biogasanlage mit Blockheizkraftwerk zu schaffen, deren Wirtschaftlichkeit deutlich erhöht ist. In einer Biogasanlage mit einem angeschlossenen Blockheizkraftwerk soll aus den getrockneten Gärresten der Biogasanlage ein hochwertigerer Brennstoff hergestellt werden.

20

Die Aufgabe wird gelöst durch eine Biogasanlage mit den Merkmalen des Anspruchs 2.

25

Mit der Anlage mit den Merkmalen des Anspruchs 2 kann insbesondere das Verfahren gemäß Anspruch 1 durchgeführt werden. Bezüglich der Vorteile der Biogasanlage gemäß Anspruch 2 wird daher auf die zu Anspruch 1 erwähnten Vorteile (siehe Seite 2, letzter Absatz bis Seite 4, 2. Absatz) verwiesen.

30

Weitere Vorteile ergeben sich Anhand von in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispielen. Es zeigen:

Fig. 1 ein schematisches Blockschaltbild der erfindungsgemäßen Anlage,

5 Fig. 2 eine schematische Schnittansicht einer ersten Ausführungsform der Torrefizierungsvorrichtung der Anlage gemäß Fig. 1,

Fig. 3 eine schematische Schnittansicht einer zweiten Ausführungsform der Torrefizierungsvorrichtung der Anlage gemäß Fig. 2.

10 In den Fig. ist die erfindungsgemäße Vorrichtung insgesamt mit dem Bezugszeichen 10 bezeichnet. Gleiche Bezugszeichen in den unterschiedlichen Fig. bezeichnen entsprechende Teile, auch wenn kleine Buchstaben hinzugefügt sind.

15 Fig. 1 zeigt ein Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Vorrichtung 10. In Fig. 1 ist eine Biogasanlage bzw. ein Biogaserzeuger 11, ein Blockheizkraftwerk 12, ein Trocknungsapparat 13 zur Entwässerung und Trocknung der Gärreste und eine Torrefizierungsvorrichtung 14 dargestellt.

20 Die Gärreste, die während der Biogaserzeugung in dem Biogaserzeuger 11 anfallen, werden mittels einer Leitung 17 dem Trocknungsapparat 13 zugeleitet und getrocknet. Von dem Trocknungsapparat 13 gelangen die Gärreste mittels einer Leitung 24 in den Schneckenraum 34 der Torrefizierungsvorrichtung 14.

25 Der Biogaserzeuger 11 besitzt eine Befüllereinrichtung 15 für die Biomasse, eine Gasleitung 16, die zum Blockheizkraftwerk 12 führt, eine Gärrestleitung 17 zum Trocknungsapparat 13 und eine Vorlaufleitung 18 und eine Rücklaufleitung 19 für Warmwasser zwischen dem Blockheizkraftwerk 12 und dem Biogaserzeuger 11 zur Beheizung des Biogaserzeugers 11 sowie zwischen dem
30 Blockheizkraftwerk 12 und dem Trocknungsapparat 13 zur Beheizung des Trocknungsapparats 13.

Das Blockheizwerk 12 umfasst einen Gasmotor 20 und einem Generator 21 und besitzt eine Abgasleitung 22, die mit einem Heizmantel 23 der Torrefizierungsvorrichtung 14 verbunden ist. Der Heizmantel 23 ist über eine Leitung 32 mit dem Trocknungsapparat 13 verbunden. Mit den hohen Abgastemperaturen wird zunächst die Torrefizierungsvorrichtung 14 beheizt. Nach der Abkühlung der Abgase in der Torrefizierungsvorrichtung 14 gelangen die Abgase über die Leitung 24 zum Trocknungsapparat 13 und werden für die Trocknung der Gärreste genutzt.

Die Torrefizierungsvorrichtung 14 wird indirekt mit den Abgasen des Gasmotors 20 beheizt. Die Beheizung der Gärreste erfolgt unter Luftabschluss. Die flüchtigen Produkte der Torrefizierung werden mittels einer Leitung 32 dem Trocknungsapparat 13 zugeführt, um die Wärmeenergie und die obligatorisch im Trocknungsapparat 13 integrierte Gaswäscheanlage zu nutzen.

Die Torrefizierungsvorrichtung 14 ist z.B. als Schneckenreaktor ausgebildet und umfasst in diesem Fall ein Rohrgehäuse 25 und eine innen liegende Förderschnecke 26 mit einem nicht dargestellten, motorischen Antrieb. Die Torrefizierungsvorrichtung 14 hat 5 Stück Anschlussöffnungen, dem Abgaseintritt 27, dem Abgasaustritt 28, dem Gärresteeintritt 29, dem Gärresteaustritt 30 und dem Austritt 31 für die flüchtigen Produkte der Torrefizierung.

Eine erste Ausführungsform der Torrefizierungsvorrichtung 14 ist in Fig. 2 dargestellt. Die Torrefizierungsvorrichtung 14 ist vorzugsweise als Schneckenreaktor aufgebaut und besteht aus einem doppelwandigen Rohrgehäuse 25 mit einer drehbaren Förderschnecke 26 mit einem Antriebsmotor 33. Der Schneckenraum 34 ist z.B. nur teilweise mit Material gefüllt, um eine gewisse Mischwirkung zu erzielen. Die Drehzahl der Förderschnecke 26 bestimmt den Gärrestdurchsatz und die Verweilzeit des Materials in der Torrefizierungsvorrichtung 14. Die erforderliche Verweilzeit liegt z.B. im Bereich von mehreren Minuten. Das Rohrgehäuse 25 ist als Doppelmantel 35 ausgebildet und dient als Wärmetauscher für die Beheizung der Vorrichtung mit den Abgasen

des Verbrennungsmotors. Der Doppelmantel 35 besitzt einen Abgaseintritt 27 und einen Abgasaustritt 28 für die Abgase des Gasmotors 20 des Blockheizkraftwerks 12.

5 Der Schneckenraum 34 ist gasdicht absperrbar und besitzt mindestens drei Öffnungen, eine Öffnung für den Gärresteintritt 29, eine Öffnung für den Gärresteaustritt 30 des torrefizierten Gärrestes und mindestens eine Öffnung für den Austritt der flüchtigen Abgase 31. Die verschließbare Öffnung für den Gärresteintritt 29 kann mit einer Zellenradschleuse 36, mit einer Doppelklappe
10 oder mit einem Schlauchventil realisiert werden. Die verschließbare Öffnung am Gärresteaustritt 30 kann eine Zellenradschleuse 37 oder eine Doppelklappe sein.

Die flüchtigen Abgase, die bei der Torrefizierung entstehen, werden entweder dem Abgasstrom des Gasmotors 20 oder über die Leitung 32 dem
15 Trockner 13 für die nassen Gärreste des Biogaserzeugers 11 zugeführt. Werden die Abgase aus dem Schneckenraum 34 der Torrefizierungsvorrichtung 14 dem Abgas des Gasmotors 20 zugeführt, kann dies über einen Ejektor oder mit einem Gebläse 38 erfolgen. Werden die Abgase dem Trockner 13 für die Gärreste zugeführt, kann dies mit einem Gebläse 38 erfolgen. Das Verfahren lässt sich
20 ebenso auf andere holzartige Biomassen anwenden, wenn erfindungsgemäß die Abgase eines Gasmotors 20 genutzt werden.

Ein zweites Ausführungsbeispiel der Torrefizierungsvorrichtung 14 ist in Fig. 3 dargestellt. Die Torrefizierungsvorrichtung 14 umfasst ein Rohrgehäuse 25
25 mit einer drehbaren Förderschnecke 26, die von einem Antriebsmotor 33 antreibbar ist. Der Schneckenraum 34 sollte vorzugsweise nur teilweise mit Material gefüllt sein, um eine gewisse Mischwirkung zu erzielen. Die Drehzahl der Schnecke bestimmt den Gärrestdurchsatz und die Verweilzeit des Materials in der Vorrichtung zur Torrefizierung. Die erforderliche Verweilzeit liegt im Bereich von
30 einigen Minuten. Das Rohrgehäuse 25 umfasst Doppelmäntel, welche als Wärmetauscher für die Beheizung und für die anschließende Abkühlung der Gärreste dienen.

Der in Flussrichtung erste Doppelmantel 39 dient als Wärmetauscher für die Beheizung der Vorrichtung mit den Abgasen des Verbrennungsmotors und besitzt einen Abgaseinlauf 41 und einen Abgasauslauf 42 für die Motorabgase des Blockheizkraftwerks 12. Der andere Doppelmantel 40 dient zur Abkühlung der torrefizierten Gärreste und wird von einem Kühlmedium, vorzugsweise dem Motorkühlwasser durchströmt und besitzt einen Kühlmiteleinlauf 43 und einen Kühlmittelauslauf 44.

Der Schneckenraum 34 ist gasdicht absperrbar und besitzt mindestens drei Öffnungen, eine Eintragsöffnung 45 für den Gärresteintritt, eine Austragsöffnung 46 für den Austritt des torrefizierten Gärrestes und mindestens eine Öffnung für den Austritt der flüchtigen Abgase 50. Die verschließbare Öffnung für den Gärresteintrag 45 kann mit einer Zellenradschleuse 47, mit einer Doppelklappe oder mit einem Schlauchventil realisiert werden. Die verschließbare Öffnung am Materialaustrag 46 kann eine Zellenradschleuse 48 oder eine Doppelklappe sein.

Die flüchtigen Abgase, die bei der Torrefizierung entstehen, werden entweder einer Verbrennungsanlage, dem Gasmotor 20 oder dem Trocknungsapparat 13 für die nassen Gärreste der Biogasanlage 11 zugeführt. Die Abgase werden z.B. dem Trocknungsapparat 13 für die Gärreste z.B. mit einem Gebläse 49 zugeführt. Das Verfahren lässt sich ebenso auf andere holzartige Biomassen anwenden, wenn erfindungsgemäß die Abgase eines Verbrennungsmotors genutzt werden.

Es sei noch erwähnt, dass alternativ zu der dargestellten Ausführungsform der erste zur Beheizung vorgesehene Doppelmantel 39 einem ersten Rohr und der zweite zur Kühlung vorgesehene Doppelmantel 40 einem zweiten Rohr zugeordnet sein kann, wobei die Rohre derart miteinander verbunden sind, dass das Material von dem ersten Rohr in das zweite Rohr strömen kann.

Das erste Rohr und das zweite Rohr können z.B jeweils eine Förderschnecke 26 aufweisen. Die Torrefizierungsvorrichtung 14 kann z.B. zwei hintereinandergeschaltete Schneckenreaktoren umfassen. Der erste ist z. B. zur Beheizung und der zweite zur Kühlung vorgesehen.

ANSPRÜCHE

5 1.Verfahren zur Herstellung eines festen Brennstoffs aus Biomasse, wobei Biomasse in einer Biogasanlage (11) vergoren wird, wobei Gärreste und Biogas entstehen, gekennzeichnet dadurch, dass zumindest ein Teil der Gärreste aus der Biogasanlage (11) einem Reaktorraum (34) einer Torrefizierungsvorrichtung (14) zugeführt werden, wo sie unter Luftabschluss erhitzt und zur Erzeugung eines festen Brennstoffs torrefiziert werden.

10 2.Vorrichtung zur Herstellung eines festen Brennstoffs aus Biomasse, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, mit einer Biogasanlage (11), mittels welcher Gärreste und Biogas erzeugbar sind und einer in Materialflussrichtung der Biogasanlage (11) nachgeordneten Trocknungsanlage (13) zur Trocknung von Gärresten der Biogasanlage (11), gekennzeichnet dadurch, dass in Materialflussrichtung hinter der Biogasanlage (11) eine Torrefizierungsvorrichtung (14) angeordnet ist.

20 3.Vorrichtung nach Anspruch 2, gekennzeichnet dadurch, dass ein Reaktorraum (34) der Torrefizierungsvorrichtung (14) eine Heizvorrichtung zur Erwärmung der Gärreste zugeordnet ist.

25 4.Vorrichtung nach Anspruch 3, gekennzeichnet dadurch, dass die Heizvorrichtung einen dem Reaktorraum (34) zugeordneten Heizmantel (35, 39) zur indirekten Beheizung der im Reaktorraum (34) befindlichen Gärreste umfasst, und dass der Heizmantel von (35, 39) einem heißen Fluid durchströmbar ist.

5.Vorrichtung nach Anspruch 4, gekennzeichnet dadurch, dass die Heizvorrichtung eine Erwärmungsvorrichtung umfasst und dass das Fluid mittels der Erwärmungsvorrichtung erwärmbar ist, wobei der Erwärmungsvorrichtung Biogas aus der Biogasanlage (11) zur Verbrennung zuführbar ist.

5

6.Vorrichtung nach Anspruch 5, gekennzeichnet dadurch, dass das Biogas der Biogasanlage (11) einem Blockheizkraftwerk (12) mit Verbrennungsmotor (20) zur Verbrennung zuführbar ist und dass die Erwärmungsvorrichtung von dem Verbrennungsmotor (20) des Blockheizkraftwerks (12) gebildet ist.

10

7.Vorrichtung nach Anspruch 5, gekennzeichnet dadurch, dass die Erwärmungsvorrichtung von einem Gasbrenner gebildet ist.

8.Vorrichtung nach Anspruch 3, gekennzeichnet dadurch, dass die Heizvorrichtung wenigstens ein elektrisch betriebenes Heizelement umfasst, mittels welcher die in dem Reaktorraum (34) befindlichen Gärreste erwärmbar sind.

15

9.Vorrichtung nach Anspruch 8, gekennzeichnet dadurch, dass das Biogas der Biogasanlage (11) einem Blockheizkraftwerk (12) mit Verbrennungsmotor (20) zur Verbrennung zuführbar ist und dass der Heizvorrichtung elektrische Energie zum Betrieb des elektrischen Heizelements von dem Blockheizkraftwerk (12) zuführbar ist.

20

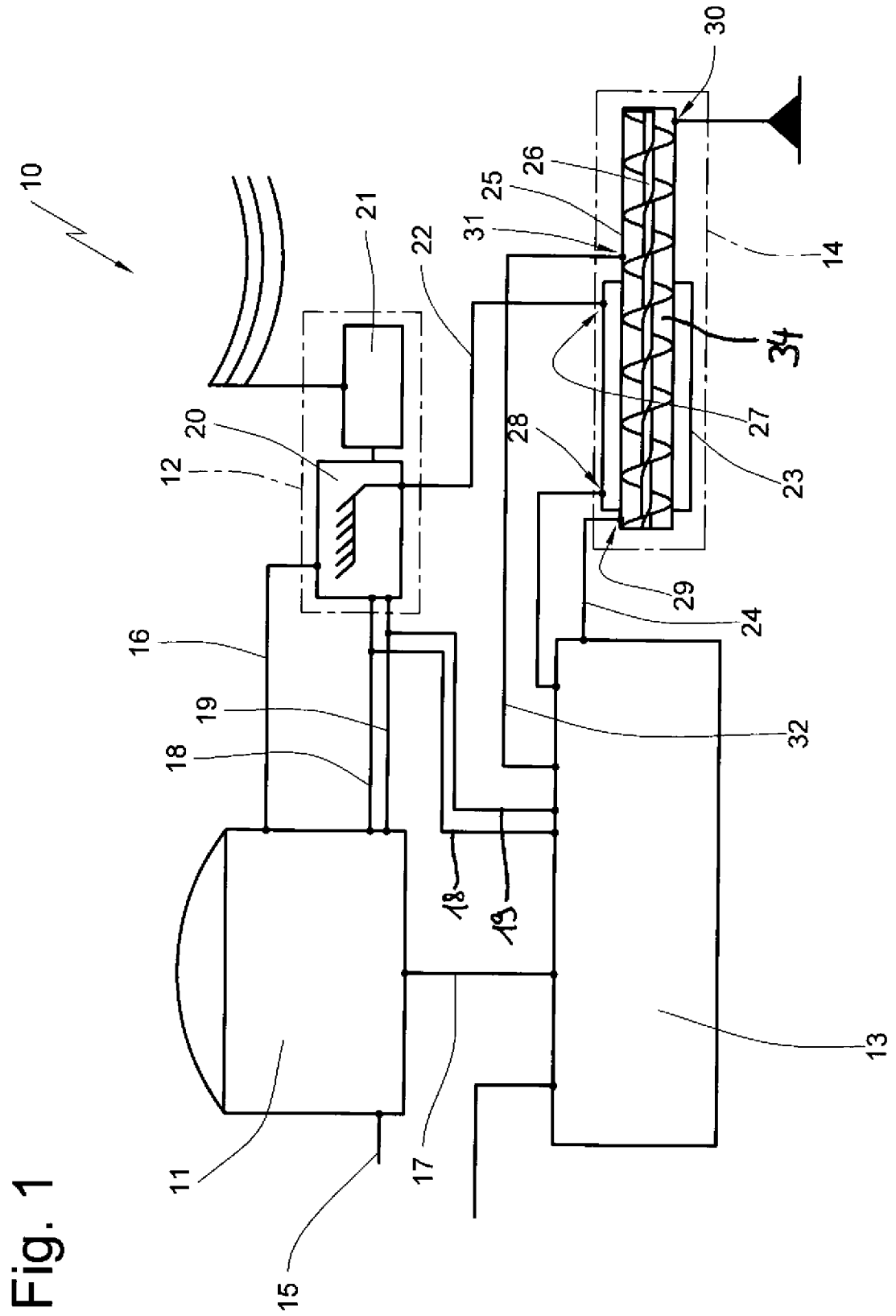
10.Vorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Reaktorraum (34) einen Eingang (29, 45) zum Befüllen mit Gärresten und wenigstens einen ersten Ausgang (30, 46) zur Entnahme der festen torrefizierten Gärreste sowie mindestens einen zweiten Ausgang (31, 50) zum Entweichen von bei der Torrefizierung entstehenden Abgasen versehen ist.

25

30

11.Vorrichtung nach Anspruch 10, gekennzeichnet dadurch, dass über den zweiten Ausgang (31, 50) des Reaktorraums (34) Abgase dem Gasbrenner zur Verbrennung zuführbar sind.

5 12.Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 oder 11, gekennzeichnet dadurch, dass über den zweiten Ausgang (31, 50) des Reaktorraums (34) Abgase der Trocknungsanlage (13) zuführbar sind.



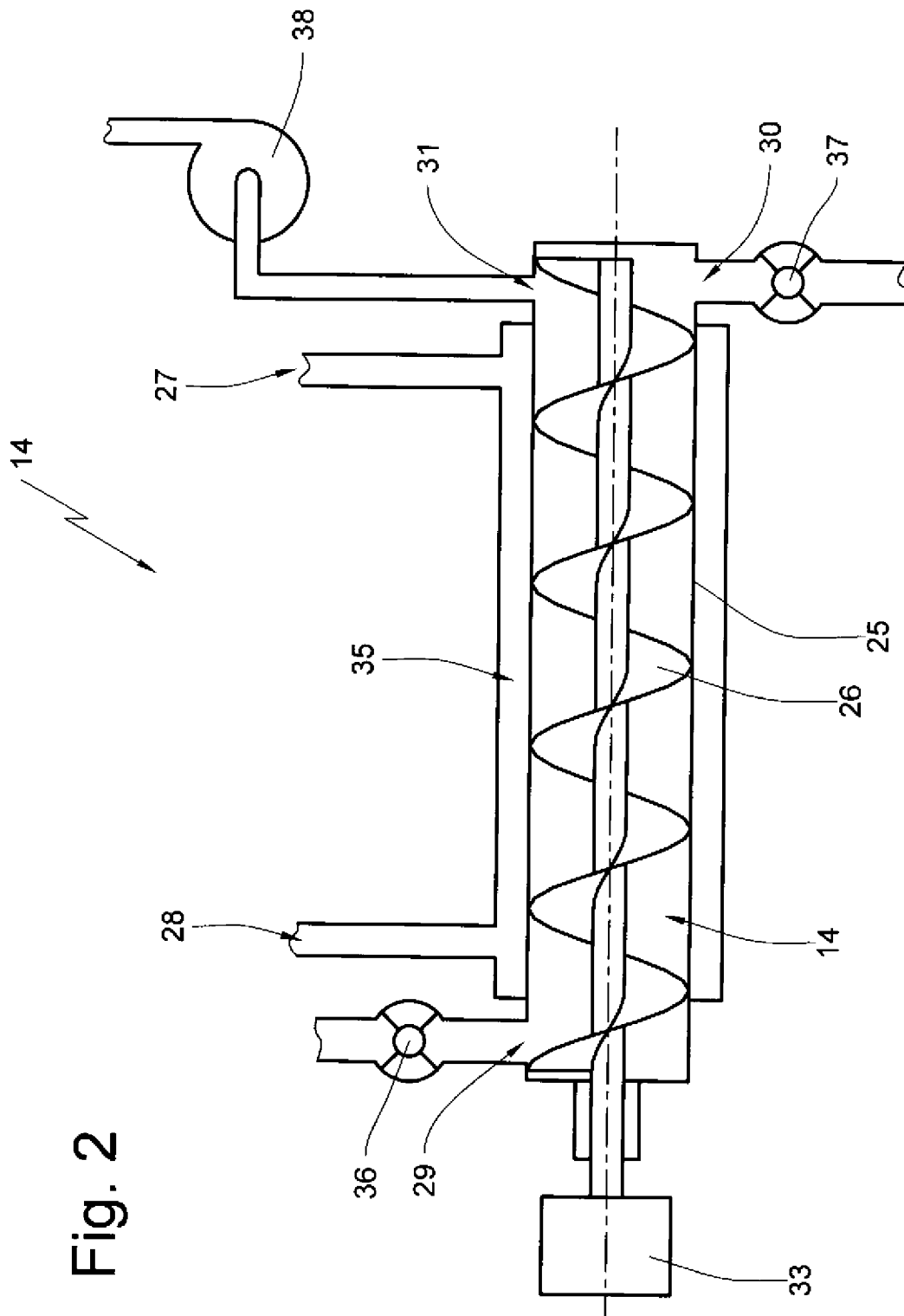


Fig. 2

