

(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
14. Januar 2010 (14.01.2010)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2010/003397 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation:
C12P 5/02 (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2009/000932
- (22) Internationales Anmeldedatum:
30. Juni 2009 (30.06.2009)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2008 032 409.4 10. Juli 2008 (10.07.2008) DE
- (71) Anmelder und
(72) Erfinder: RIETZLER, Johann [DE/DE]; Karl-Hertel
Str. 1, 90475 Nürnberg (DE).
- (74) Anwalt: NEIDL-STIPPLER, Cornelia, E.; Rauchstrasse
2, 81679 München (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, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

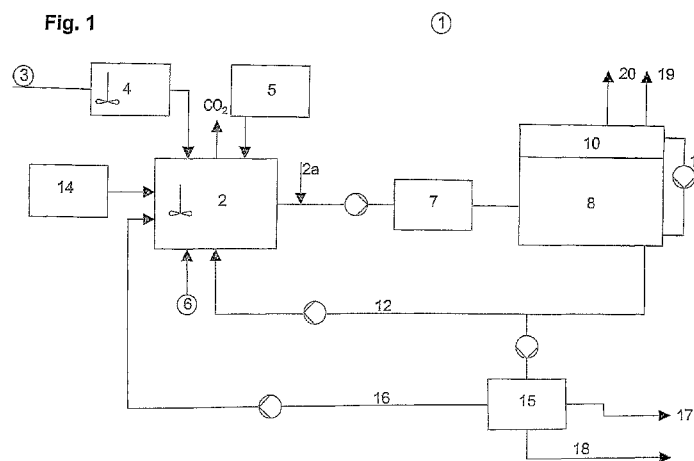
(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE,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

Veröffentlicht:

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

(54) Title: METHOD FOR PRODUCING METHANE FROM PROCESS WATER AND BIOGENIC MATERIAL

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG VON METHAN AUS PROZESSWÄSSERN UND BIOGENEM MATERIAL



(57) Abstract: The invention relates to a method for producing methane from process water and biogenic material such as that occurring in the production of sugar and ethanol, wherein at least one mixing/preliminary container (2) is supplied with process water and biomass, and optionally with washing and/or fresh water and/or substrate water to produce a slurry, the slurry is set to a suitable pH value and temperature, the slurry set in this way is transferred into at least one bioreactor (8, 10) comprising anaerobic methane bacteria and is left there for biogas production, the biogas developed in this way is extracted and the biodegraded fluid is drawn off. The invention further relates to a biogas plant (1) therefor, comprising at least one mixing or preliminary container (2) for slurry provided with a heat exchanger system (7), and at least one downstream biogas reactor (8, 10) having bacteria producing biogas, and to the use of the biogas plant (1) for producing biogas and storing waste and process water and by-products from the sugar and ethanol production operation.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2010/003397 A2



Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von Methan aus Prozeßwässern und biogenem Material, solchem, das bei der Zucker- und Ethanolproduktion anfällt, wobei man mindestens einen Misch/Vorbehälter (2) mit Prozeßwasser und Biomasse sowie ggf. Wasch- und/oder Frischwasser und/oder Substratwasser unter Herstellung von Maische beschickt, die Maische auf geeigneten pH-Wert und Temperatur einstellt; die so eingestellte Maische in mindestens einen anaerobe Methanbakterien aufweisenden Bioreaktor (8,10) überführt und dort zur Biogasproduktion beläßt, das so entwickelte Biogas gewinnt und die biologisch abgebaute Flüssigkeit abzieht sowie eine Biogasanlage (1) dafür, mit mindestens einem mit einem Wärmetauschersystem (7) versehenen Misch- bzw. Vorbehälter (2) für Maische, und mindestens einem nachgeschalteten Biogasreaktor (8,10) mit Biogas produzierenden Bakterien sowie die Verwendung der Biogasanlage (1) zur Herstellung von Biogas und Speicherung von Ab- und Prozesswasser und Nebenprodukten aus der Zucker- und Ethanol-Produktion.

Verfahren zur Herstellung von Methan aus Prozeßwässern und biogenem Material

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von Methan aus Prozeßwässern und biogenem Material, insbesondere solchem, das bei der Zucker- und Ethanolproduktion anfällt; eine Biogasanlage sowie deren Verwendung.

Die Vergärung von biologischen Stoffen ist seit langem bekannt. Aufgrund von verschiedensten Entwicklungen wurden ein-, zwei- oder mehrstufige Verfahren entwickelt. Neben der aus der Gullevergarung entwickelten Nassvergarung wird ebenfalls die Trockenvergarung praktiziert.

Diese Verfahren wurden vielfach in die Praxis umgesetzt.

Ein Verfahren zur Herstellung von Methan aus organischen bioverfügbaren Inhaltsstoffen von Abwässern ist aus der DE 10 2004 053 615 A1 bekannt geworden. Dieses Verfahren verwendet einen Perkolator als Hydrolysestufe und einen Bioreaktor mit Methanbakterien für die Biogasherstellung. Dadurch, daß die Perkolatorflüssigkeit in einen Speicher gebracht wird, kann diese dann, falls neues Gas benötigt wird, in den Bioreaktor zur Gasproduktion verbracht werden.

Dieses Verfahren ist verbesserungsfähig, da es bei großen Ab- und Prozeßwassermengen nicht die notwendigen Kapazitäten zur Verfügung stellen kann.

Ein weiteres Problem des bekannten Verfahrens besteht darin, daß es dann, wenn eine Vegetationsruhe besteht oder kein Prozeßwasser zur Verfügung steht, mangels notwendiger Speicherkapazität nicht mehrere Monate überbrücken kann. Falls Methanbakterien aber unversorgt bleiben, sterben sie ab. Ferner ist dann keine Biogasproduktion möglich.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, grosse Ab- Prozesswassermengen, insbesondere aus der landwirtschaftlichen Produktion, wie der Zucker- und Ethanol-Produktion, die bisher unbehandelt auf die Nutzflächen verteilt wurden, einer

bedarfsgerechten Nutzung zuzuführen. Da die Ab- Prozesswassermengen nicht ganzjährig zur Verfügung stehen, soll in den Zeiten eines Produktionsstillstandes von Zucker und Ethanol in Verbindung mit Biomasse ein ganzjähriger Betrieb der Biogaserzeugung ermöglicht werden.

Die Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruches 1 sowie eine Biogasanlage mit den Merkmalen des Patentanspruches 9 sowie die Verwendung derselben nach Anspruch 18 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen

Dieses Verfahren hat den Vorteil, dass es auf einer einfachen Technik zum Abbau von biogenem Material basiert, das bisher in der Regel unbehandelt auf den Anbauflächen verteilt wurde.

Erfindungsgemäss ist somit ein Abbau von Ab- Prozesswässern und Nebenprodukten aus der Herstellung von Zucker und Ethanol und biogenem Material mit ganzjährigem Betrieb des Biogasreaktors möglich, mit dem periodisch anfallende Ab- Prozesswässer in großen anfallenden Mengen von über 10.000 m³/Tag aufbereitet werden und in den übrigen Perioden durch den Einsatz von Frischwasser und Kreislaufführung des Substratwassers in Verbindung mit nachwachsenden Rohstoffen oder organischem Material eine ganzjährige Biogasnutzung mit energetischer Verwertung des Biogas möglich ist.

Das gereinigte Abwasser wird ebenso wie der anfallende Schlamm für Beregnungs- und Dünge Zwecke bereitgestellt.

Durch Nutzung von Frischwasser und Kreislaufführung von Substratwasser zum Ausgleich von Lieferschwankungen und zur Vergleichmäßigung des Biogasbetriebes kann eine Rückführung des Substratwassers sowie von Rückführschlamm in/oder zwischen den Vorbehälter und die Biogasreaktoren vorgesehen sein. Das hier anfallende Wasser kann ebenso für Bewässerungszwecke genutzt werden

So wird eine bedarfsgerechte und ganzjährige Bewässerung sowie eine kontinuierliche Steuerung des Biogasanfalls ermöglicht und der Biogasbedarf, zum Beispiel für die Verstromung oder Wärmeerzeugung, dauerhaft bzw. in Spitzen- bzw. Schwachlastzeiten entsprechend geregelt werden. Während bei bekannten Anlagen die Steuerung der Biogasproduktion nicht oder nur in engeren Perioden zur Verbrauchsanpassung erfolgt, kann mit dem erfindungsgemäßen Abbauverfahren eine Vergleichmäßigung der Biogasnutzung und Produktion von Strom und Wärme erfolgen.

Als biogenes Material werden alle von Lebewesen, wie Pflanzen, Tieren, Einzellern, Viren etc. stammenden Substanzen angesehen, insbesondere können dies Schlempe/Ab- und Prozesswässer und weitere natürliche Nebenprodukte der Produktion von nachwachsenden Rohstoffen, wie: Waschwasser, Fuselöle und Filterkuchen oder Zuckerrohrblätter aus der Ethanol- und Zuckergewinnung, Bioabfälle, Grünschnitt, Gewerbeabfälle, Lebensmittelabfälle, landwirtschaftliche Abfälle, nachwachsende Rohstoffe, Fermenterlaugen, Abwasser der Stärkeproduktion aus Kartoffeln, Erbsen und Bohnen od. dgl. und ähnliche Stoffe sein.

Bevorzugt werden Ab-/Prozesswässer sowie das biogene Material und die o.g. Nebenprodukte in einem entsprechend dimensionierten Puffer-Reaktions bzw. Vorbehälter (z.B. 24 h Puffer) für Flüssigkeiten in einem ausgewählten Verhältnis zueinander gespeichert, da die durch Bakterien durchgeführten Methanreaktionen im anschließenden anaerob betriebenen Biogasreaktor für die Biogasproduktion im Stundenbereich liegen. Methanbakterien sind thermisch empfindlich, daher sollten die für den jeweiligen Bakterienstamm möglichen Maximaltemperaturen, bspw. ca. 55°C, besser auch ca. 37°C in den Methangasreaktoren nicht überschritten werden.

In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird unter Prozesstemperaturen von bis zu ca. 95 °C anfallendes Ab- und Prozesswasser bzw. auf ca. 55 °C temperiertes Ab- Prozesswasser oder Substrat- oder Frischwasser mit Biomasse bzw. biologisch abbaubaren nachwachsenden Rohstoffen oder Nebenprodukten wie Fuselöle und (Zuckerrohr)-Filterkuchen sowie Waschwasser in einem Behälter vermischt und die entstehende Maische nach einer Reaktionszeit von bis zu 24 Std. unter

Abzug des entstehenden Kohlendioxids in den Sohlbereich einer Lagunenanlage flächenhaft eingetragen. Durch die homogene Verteilung der Maische sowie eine Zirkulation von Biogas innerhalb des Biogasreaktoren bei gleich bleibenden Temperaturbedingungen von ca. 55 °C +/- 2 °C und ca. 37 °C wird ein optimaler Prozess der kontinuierlichen Biogasentwicklung unter Abbau des organischen Kohlenstoffs in den genannten thermophilen und mesophilen Bereichen erreicht mit einem weitest-gehender Abbau von biogenem Material innerhalb von 7 bis 15 Tagen. Durch den Prozess der Biogaszirkulation mit dem Substrat erfolgt neben dem Vermischungsvorgang des Substrats eine Minderung der Kohlenstoffdioxid-Anteile im Biogas ebenso wie durch den mesophilen Betrieb mit relativer Erhöhung der Methangasanteile und Erhöhung des Heizwertes. Die Kohlenstoffdioxid-Anteile können durch Zugabe von Kalkmilch oder alkalischen Waschwässern weiter reduziert werden. Da die Prozesswässer nicht ganzjährig in gleicher Menge zur Verfügung stehen, werden die Lagunenbehälter modulartig mit mehreren Becken betrieben, die mit Leitungen miteinander verbunden sind.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand von Prozesswasser der Ethanol/Zuckerproduktion, auch Vinhaca genannt, erläutert, wobei sie keinesfalls auf diese Anwendung eingeschränkt ist.

Anfallendes Ab-Prozesswasser z.B. der Ethanol- Zucker-Produktion hat aus der Destille heraus eine Temperatur von bis zu 95 °C. Bei Vermischung mit kleingehäckselten pflanzlichen Rohstoffen in einem belüfteten Reaktionsbehälter wird die Blattstruktur der Pflanze nachhaltig zerstört, so dass eine rasche Bioverfügbarkeit abzubauenen Stoffe in dem anschliessenden anaerob betriebenen Biogasreaktor erfolgen kann. Dadurch kann der Abbauprozess von pflanzlichen Rohstoffen, der in herkömmlichen Biogasreaktoren bis zu 53 Tage beträgt, nachhaltig verkürzt werden. Durch Anwendung eines Wärmetauschers erfolgt eine Temperaturniedrigung der im Reaktionsbehälter befindlichen Flüssigkeit auf ca. 55 – 58 °C vor der Einbringung in den mindestens einen anaerob betriebenen Biogasreaktor. Bei den genannten Temperaturen erfolgt im Reaktionsbehälter beschleunigte Hydrolyse und Säurebildung unter CO₂-Entwicklung

statt, wobei das CO₂ unter den im Reaktionsbehälter vorliegenden aeroben Bedingungen teilweise durch Luftzufuhr ausgetrieben werden kann. Bei einem verminderten Angebot von Ab-Prozesswasser wird Frisch- oder Substratwasser bei ca. 52 -57 °C mit den gehäckselten pflanzlichen Rohstoffen und den o.g. Nebenprodukten vermischt, eingesetzt.

Nach einer Aufenthaltszeit von max. 24 Std. im Reaktionsbehälter wird die Maische einem Biogasreaktor in Lagunenform zugeführt, in dem unter anaeroben Bedingungen die eigentliche Methanogenese mittels Methanbakterien mit Bildung von Methan und Kohlenstoffdioxid statt-findet. Die methanbakterien können an Trägern immobilisiert oder aber frei sein. Der/die Lagunenbehälter sind mit einem Tragluftdach versehen, wobei der darunter befindliche freie Raum als Gasspeicher dient. Bevorzugt wird das im Gasspeicherraum befindliche Biogas teilweise in den Sohlbereich des Lagunenbehälters eingepresst, dadurch eine bessere Zirkulation des Substrats sowie Abführung des Methan und bessere Biogasentwicklung durch Entfernung der Hemmung des Reaktionsgleichgewichts erreicht. Ferner kann Alkali, wie Kalkmilch, zur weiteren Bindung von Kohlenstoffdioxid in die Lagunenbehälter zudosiert werden. Die Lagunenanlage kann aus mindestens 2 durch Leitungen miteinander verbundenen Becken bestehen, die dem unterschiedlichen Angebot von bis zu über 10.000 m³/Tag anfallenden Ab-/Prozesswässern gerecht werden. Der Reaktor wird durch das beschriebene Wärmetauschersystem dauerhaft auf Temperaturen von ca. 55 °C und/oder ca. 37 °C gehalten. Durch Zirkulation von Biogas in den Lagunenbehältern findet trotz der Vermischung des Substrates ein Absetzvorgang von Sink- und/oder Schwimmstoffen statt. Diese werden im Sohlbereich über Schneckenpumpen aus dem Reaktor gefördert und nach Passage von Siebbandpressen oder vergleichbaren Entwässerungseinrichtungen wie Zentrifugen für Düngezwecke bereitgestellt und das Filtrations- und/oder Substratwasser zwischen den Reaktionsbehälter und der Lagunenanlage rückgespült. Die Lagunenbehälter weisen darüber hinaus einen Überlauf aus, über den das entgaste Substrat-Wasser entschlammt, abgeleitet und für Düngezwecke bereitgestellt oder als Ersatz von Ab-/Prozesswasser rückgeführt wird.

Das Vergären von Biogas führt man bevorzugt mittels Bakterien durch. Dabei führt man bevorzugt die Vergärung unter Beteiligung einer Bakterienmatrix aus mehreren Bakterienstämmen durch. Je nach Bakterienstamm vermögen diese unterschiedliche Materialien zu vergären und liefern auch ein anderes Verhältnis von Methan/CO₂. Der Biogasreaktor ist durch das oben beschriebene Wärmetauschersystem beheizbar, insbesondere außenbeheizbar. Damit kann im Biogasreaktor immer eine konstante Temperatur gehalten werden. Diese liegt bevorzugt bei ca. 55 und ca. 37° C, Die Verwendung des Eingabesystems zum Einbringen von biologisch abbaubaren Stoffen in den Biogasreaktor und die Rückführung von Substratwasser hat weiterhin den Vorteil, dass ein dauerhafter Betrieb der Biogasanlage jederzeit möglich ist. Außerdem ist durch den modularen Aufbau eine Anpassung an den jeweiligen Stoffanfall bzw. die Energieabnahme möglich. Beim Abbau des bio-genen Materials entstehen Säuren, daher sind die Mischbehälter sowie der Biogas-reaktor bevorzugt saurefest.

Es ist ebenfalls denkbar, dass das Verfahren für andere Prozesse mit dem Anfallen von extrem sauren Prozesswässern im Biogasreaktor angewandt werden kann.

Beispielsweise fällt in der Konservenindustrie einerseits ein hoher Abwasserstrom mit organischen Belastungen an, der meist stark sauer ist, andererseits gibt es aber auch feste Abfälle. Mit dem bedarfsgerechten Einsatz von festen biogenen und Pflanzlichen Rohstoffen in Verbindung mit dem Zuführen von Frischwasser und der Kreislaufführung von Substratwasser kann der jahreszeitlich schwankende Anfall von saurem Abwasser ausgeglichen werden, so dass in Zeiten geringen Abwasseranfalls immer noch eine gute Biogasproduktion vorhanden ist.

Der Biogasreaktor kann gasdicht sein und funktioniert bevorzugt nach einem der aus der Abwassertechnik üblichen Reaktorprinzipien (UASB- [Upflow anaerobic sludge bed],

Biogas besteht aus Methan (CH₄) [50-85 Vol-%] , Kohlendioxid (CO₂) [15-50 Vol-%] sowie Spuren von Sauerstoff, Stickstoff und Spurengasen (u.a. Schwefelwasserstoff). Mit dem erfindungsgemäßen mikrobiologischen Abbauprozess wird Biogas mit einem hohen Methananteil von zwischen 60 und 80 Vol-% erzeugt. Es kann u.a. direkt für Heizzwecke oder mittels eines Blockheizkraftwerks zur gekoppelten Produktion von

Strom und Wärme genutzt werden. Die Erzeugung des Gases erfolgt durch anaerobe Vergärung organischer Stoffe. Zur Erhöhung des Biogasertrags kommen häufig Co-Fermentate zum Einsatz (zum Beispiel nachwachsende Rohstoffe oder Abfälle aus der Lebensmittelindustrie). Das vergorene organische Material kann anschließend als hochwertiger Dünger landbaulich verwertet werden.

In der bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist der Speicherpuffer bzw. der Misch/oder Vorbehälter belüftbar. Durch Mischung mit Luft kann Biogas leicht zu explosiven Gemischen führen, daher unterliegt die Herstellung und Speicherung besonderen Sicherheitsvorschriften.

Der Mischbehälter (2) hat bevorzugt ein Volumen von ca. 50 bis 100 % des täglich anfallenden Ab- Prozesswassers oder des Frischwassers. Er dient zum Vermischen der genannten zugeführten Materialströme (Flüssigkeiten mit Biomasse und Nebenprodukten aus der Zuckerrohrverarbeitung) und ist mit einem Wärmetauschersystem (7) versehen. Ferner kann eine Belüftung (6) für das Austreiben von Kohlendioxid vorgesehen werden. Die Biomasse wird durch einen Häcksler (3) feinfaserig zerkleinert und über ein Fördersystem (4) dem Mischbehälter zugeführt.

Eine solche Explosionsgefahr kann durch das erfindungsgemäße Verfahren ausgeschlossen werden, da eine Biogasproduktion ausschliesslich in der Lagunenanlage stattfindet, die mit einem Tragluftdach versehen ist, das gleichzeitig als Gasspeicherraum dient und der Betrieb weiterhin unter anaeroben Bedingungen erfolgt. Des weiteren ist eine Speicherung von Biogas nicht notwendig, da das gesamte Biogas unmittelbar in das anschließende BHKW überführt wird. Als Sicherheitssystem wird eine Notfackel installiert, die im Falle eines Ausfalles des BHKW in Betrieb gesetzt wird.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand der Figuren und einer Zuckerrohrverarbeitungseinheit näher beschrieben, wobei sie keinesfalls auf die beispielhaft dargestellten Verfahren und Vorrichtungen eingeschränkt ist. Im einzelnen zeigt

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen einfachen Biogasanlage (1) zur bedarfsgerechten Herstellung von Biogas aus Zuckerrohrabfällen; und

Fig. 2 eine schematische Darstellung einer weiteren erfindungsgemäßen Biogasanlage (81) mit mehreren Biogasreaktoren

Wie in Fig. 1 gezeigt, wird Biomaterial aus einem Häxler 3 in ein Fördersystem 4, überführt. Aus dem Fördersystem 4 wird dieses zerkleinerte Biomaterial bedarfsweise in den Reaktions- und Mischbehälter 2 überführt. Ferner kann dem Mischbehälter Frisch/Waschlauge 12 - je nach Bedarf - zugeführt werden sowie Vinhaca (organische Reste aufweisende Flüssigkeit aus der Ethanoldestillation von vergorenem Zuckerrohr - ca 3 - 10 % organische Stoffe, und 1% mineralische Feststoffe, Rest Wasser - etwa 4 - 5 Gew.% Trockenstoffe). Schließlich kann über eine Rückführleitung 12,16 Filtratwasser des Methanreaktors in den Reaktions- und Mischbehälter geführt werden.

Bei frischer Vinhaca aus der Produktion herrscht im Vinhaca-Bunker 5 eine Temperatur von bis zu 95°C sowie ein pH-Wert im Bereich des Sauren (ca 4 - 5.0 pH).

Die Waschlauge oder Waschwasser besitzt einen pH-Wert im stärker alkalischen, bevorzugt um pH 10 - 12. Im Behälter 2 werden nun diese Materialströme zu einer Maische gemischt und - bevorzugt automatisch - auf einen schwach sauren pH Wert von um ca 5 eingestellt.

Dazu kann ein (nicht gezeigter) pH-Wert-Fühler im Reaktor 2 vorgesehen sein. Die so genannte Maische wird über einen Wärmetauscher 7 auf eine geeignete Temperatur für die im Biogasreaktor 8 anwesenden Methanbakterien gebracht . Ggf. kann der pH-Wert nochmals bei 2a gemessen und nachgeregelt werden.

Im Biogasreaktor 8 befinden sich freie oder aber immobilisierte Methanbakterien. Diese zersetzen Inhaltsstoffe der wässrige Lösung mit bis zu ca 12 Gew.% Trockenstoffen zu

CO₂ und Methangas. Das Methan wird im Gasspeicherraum 10 gesammelt und über die Leitung 19 abgeführt. Für überschüssiges Methan ist ein Notauslauf 20, der bspw. in einem Pufferbehälter oder einer Notfackel enden kann, vorgesehen.

Vom Gasspeicherraum führt eine Rezirkulationsleitung 11 zum Methanreaktorboden, um durch die Rückführung von Gas die Reaktion zu Methan zu begünstigen und reaktionshemmendes CO₂ auszutreiben.

Von der in Umsetzung befindlichen Biogasreaktorlösung kann ein Anteil in den Vor/Mischbehälter 2 rückgeführt werden.

Die umgesetzte Bioreaktorlösung kann über die Schlammentwässerung in Filtratwasser 16, welches wieder in den Mischer 2 rückgeführt oder anderweitig (18) verwertet wird, abgezogen werden, wobei der Schlamm weiterer Verwendung zugeführt werden kann.

Dadurch, daß ständig Biomaterial vom Häcksler 3 über das Fördersystem 4 in den Reaktor 2 verbracht wird, ist ein Aufrechterhalten der Methangasbildung auch bei Fehlen von Vinhaca wegen Stillstands der Vinhaca-Produktion - möglich. Dies ist insbesondere deshalb wichtig, damit die Methanbakterien am Leben erhalten werden und eine weitere Produktion von Biogas möglich ist.

In Fig.2 ist eine aufwendigere Anlage für die Biogasherstellung aus den gleichen Ausgangsmaterialien, wie bei Fig. 1 erläutert, gezeigt.

Es werden dabei in Reaktor 2 wieder Biomaterial aus einem Häxler 3 und einem Aufgabebunker 4, Vinhaca aus der Quelle 45 und Waschlauge oder Frichwasser 14 in einem derartigen Verhältnis zugeführt, daß der Trockenmaterialgehalt der wässrigen Aufschlammung bei etwa 12% liegt. Ferner wird nun Luftzufuhr in den Reaktor 2 vorgesehen, um CO₂ aus der Maische auszutreiben, welches die Methanbildungsreaktion hemmt. Es sind auch Rückführleitungen 12, 12 a aus den Biogasreaktoren 8 und 9 zum Reaktor 2 vorgesehen. Die Maische wird sodann mittels eines geeigneten Wärmetauschers auf für die Methanbakterien um Biogasreaktor 8

geeignete bis optimale Temperatur und pH-Wert gebracht und dann in den Biogasreaktor 8 überführt. In diesem befinden sich Methanbakterien, die im Temperaturbereich um die 55° C arbeiten. Der Rückstand aus dem Methanbioreaktor 8 wird in einen weiteren, in Serie geschalteten Bioreaktor 9 überführt, in welchem bspw. ein etwas anderer Stamm Methanbakterien gehalten wird, der ggf. bei anderen Temperaturen um die 37 °C arbeitet und ein etwas anderes Profil der Verarbeitung besitzt.

Die Biogasanlage 1 kann erfindungsgemäß insbesondere derart gefahren werden, dass der aerobe Mischbehälter und der anaerobe Biogasproduktionskreislauf strikt voneinander getrennt sind. Damit ist sichergestellt, dass keine sicherheitsrelevante Menge an freiem Biogas (Methan) vorliegt. Dies führt zu einer verbesserten Betriebssicherheit der gesamten Anlage.

Während spezielle Ausführungsformen der Erfindung gezeigt und beschrieben wurden, sind vielfältige Abweichungen und alternative Ausführungsformen dem Fachmann offensichtlich. Demzufolge soll die Erfindung nur durch den Schutzzumfang der Ansprüche begrenzt sein.

Bezugszeichenliste

- 1 Biogasanlage
- 2 Vor/Mischbehälter
- 2a pH-Wert-Steuerung
- 3 Häcksler
- 4 Fördersystem
- 5 Zugabe Vinhaca
- 6 Frischluftzuführung
- 7 Wärmetauscher
- 8 Biogasreaktor
- 9 Biogasreaktor
- 10 Speichergasraum
- 11 Biogaszirkulation
- 12 Substratwasserrückführung
- 13 Schlammrückführung mit Schneckenpumpe o.ä.
- 14 Frischwasser/Waschwassereingabe
- 15 Schlammmentwässerung
- 16 Filtratwasserrückführung
- 17 Filterkuchen
- 18 Filtratwasser
- 19 Strom-/Dampferzeuger
- 20 Speicher-Pufferbehälter/Notfackel

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von Methan aus Prozeßwässern und biogenem Material, solchem, das bei der Zucker- und Ethanolproduktion anfällt, wobei man mindestens einen Misch/Vorbehälter mit Prozeßwasser und Biomasse sowie ggf. Wasch und/oder Frischwasser und/oder Substratwasser unter Herstellung von Maische beschickt,

- die Maische auf geeigneten pH-Wert und Temperatur einstellt;

- die so eingestellte Maische in mindestens einen anaerobe Methanbakterien aufweisenden Bioreaktor überführt und dort zur Biogasproduktion beläßt,

das so entwickelte Biogas gewinnt, und

die biologisch abgebaute Flüssigkeit abzieht.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß Biogas in den/die Bioreaktor(en) rezirkuliert wird.

3. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß in den Bioreaktor Alkali ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus: alkalische Lösung, alkalisches Waschwasser aus der Zucker- Etanolproduktion, Kalkmilch, Ammoniak, zur weiteren pH-Wert-Erhöhung unter Erniedrigung des CO₂-Anteils im entwickelten Biogas eingebracht wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Biomasse ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus: Zuckerrohrblättern, Filterkuchen der Zuckerproduktion, Fuselöle, Waschwasser aus der Zucker- und Ethanolproduktion.

5. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei durch Belüftung im Misch/Vorbehälter aerobe Verhältnisse eingestellt werden und Kohlenstoffdioxid ausgetrieben wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass im Misch/Vorbehälter (2) Normaldruck herrscht.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Misch/Vorbehälter (2) aerob betrieben wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Vergären zu Biogas mittels zugesetzter und/oder immobilisierter Bakterien erfolgt.
9. Biogasanlage (1) für ein Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, mit mindestens einem mit einem Wärmetauschersystem (7) versehenen Misch- bzw. Vorbehälter (2) für Maische, und mindestens einem nachgeschalteten Biogasreaktor mit biogas produzierenden Bakterien.
10. Biogasanlage nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß der mindestens eine Biogasreaktor eine Lagunenbauweise (8,9,10,11,) mit einem einem System zur flächenhaften Verteilung des zugeführten Substrats, aufweist.
11. Biogasanlage nach einem der Ansprüche 9 - 10, gekennzeichnet durch ein System zur Zirkulation von Biogas im Substrat.
12. Biogasanlage nach einem der Ansprüche 8 - 10, gekennzeichnet durch ein System zur Abtrennung von Schlämmen und ausgegorenem Substrat und Rückführung von Substrat- oder Filtratwasser (16) zum Biogasreaktor
13. Biogasanlage nach einem der Ansprüche 8 - 11, gekennzeichnet durch mindestens ein System zur Entwässerung (15) anfallender Schlämme (17).

14. Biogasanlage nach einem der Ansprüche 8 - 12 , dadurch gekennzeichnet, dass die Lagunenanlage mehrkammerig mit einem Gasspeicher in einem Tragluftdach ist.
15. Biogasanlage (1) nach einem der Ansprüche, 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Behälter (2,7,8,9) saurefest sind.
16. Biogasanlage (1) nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Behälter (2,7,8,9) und/oder der Biogasreaktor (6) temperierbar sind.
17. Biogasanlage (1) nach einem der Ansprüche 8 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass der Biogasreaktor (6) gasdicht ist.
18. Biogasanlage (1) nach einem der Ansprüche 8 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass der Speicherpufferbehälter beluftbar ist.
19. Verwendung der Biogasanlage nach einem der Ansprüche 8 bis 12 zur Herstellung von Biogas und Speicherung von Ab- und Prozesswasser und Nebenprodukten aus der Zucker- und Ethanol-Produktion.

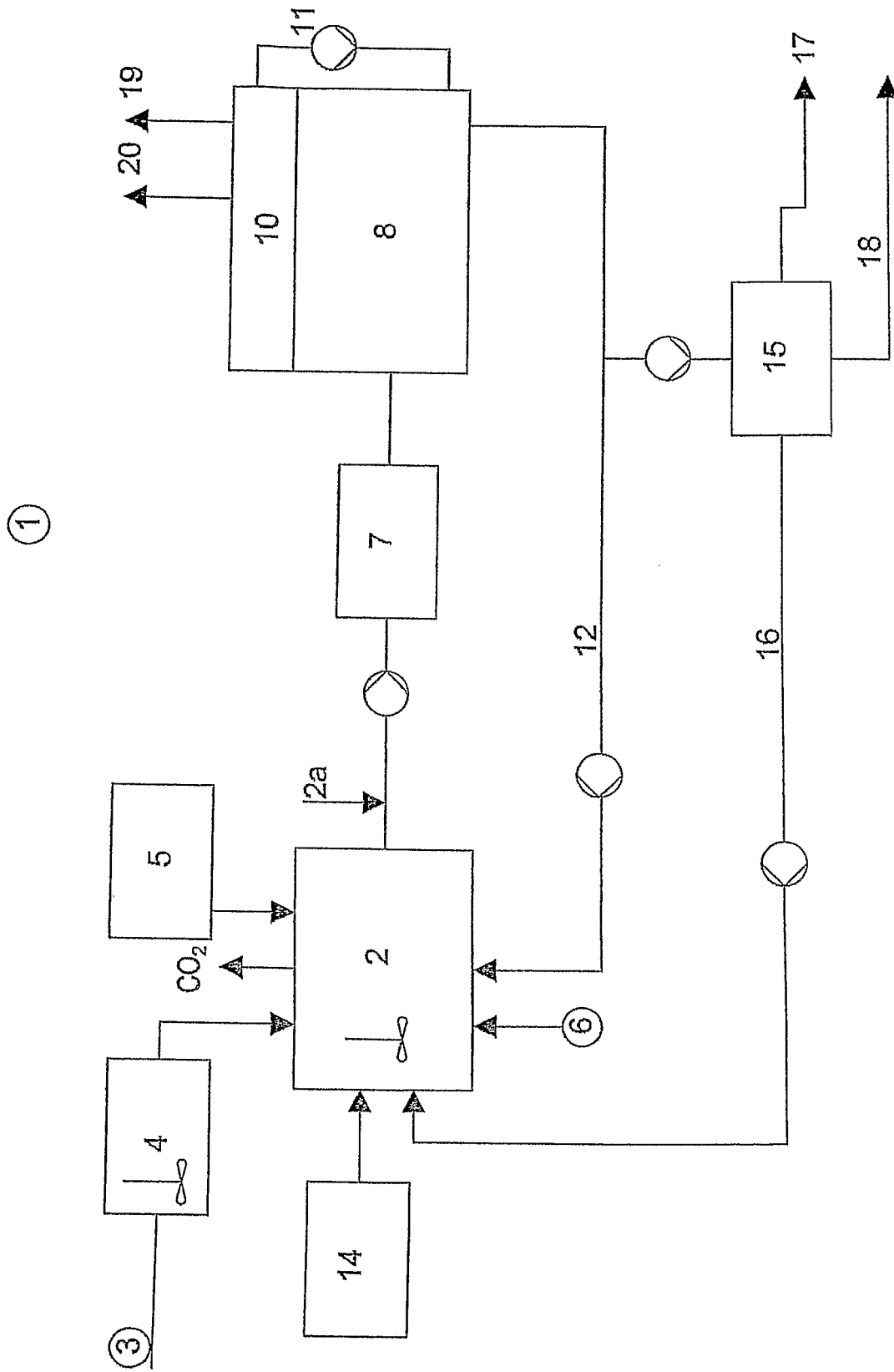


Fig. 1

