



(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2011 012 285.0**
(22) Anmeldetag: **05.05.2011**
(43) Offenlegungstag: **08.11.2012**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **15.09.2016**

(51) Int Cl.: **C12P 5/02 (2006.01)**

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
Beyaz, Cebrail, 85221 Dachau, DE

(74) Vertreter:
**Patentanwaltskanzlei Liermann-Castell, 52353
Düren, DE**

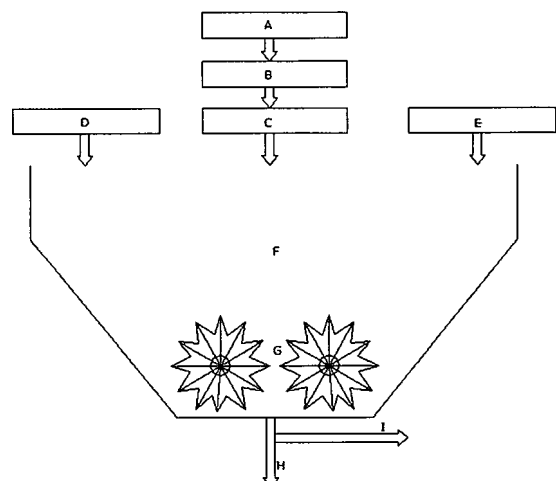
(72) Erfinder:
gleich Patentinhaber

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	196 21 914	C1
DE	10 2004 053 615	B3
DE	10 2007 012 861	B3
EP	1 884 564	A1

(54) Bezeichnung: **Hybrid Fermentation**

(57) Hauptanspruch: Verfahren zur Umwandlung von fester Biomasse in Biogas, bei dem ein Fermenter (2) mit der Biomasse aus einem Behälter (1) vollautomatisch befüllt und entleert wird, wobei die anfallenden Flüssigkeiten aus dem Behälter (1) und Perkolat aus dem Fermenter (2) und aus einem Nachgärer (3) in einem Perkolat-Vorbehandlungsbehälter (7) gesammelt werden, sobald die Prozessparameter Temperatur und pH-Wert und Nährstoffkonzentration eingestellt sind, das Perkolat in einen Impfbehälter (9) geleitet wird, in dem Impfbehälter (9) hochkonzentrierte und hochaktive Mikroorganismen gezüchtet werden, wobei die Milieubedingungen durch die Zugabe von Co-Substraten sowie eine homogene Temperatur- und Nährstoffkonzentrationsverteilung durch ein Heizungssystem und ein Rührwerk gewährleistet werden und hochkonzentrierte und hochaktive Mikroorganismen enthaltendes Perkolat in den Fermenter (2) und den Nachgärer (3) eingebracht bzw. angeimpft wird, dadurch gekennzeichnet, dass die Biomasse mit einem Behälter (1) durch zwei schneckenartige und berührungslos ineinander laufende Wellen (4) zerkleinert und gleichzeitig vermischt wird und dann aus dem Behälter (1) ausgetragen wird, das Heizungssystem ein Jacket-Heizungssystem ist, das Rührwerk ein hydraulisches Rührwerk ist und nach Befüllung des Fermenters die Biomasse zuerst mit Abgas begast wird.



Beschreibung

[0001] Ziel dieses Verfahren ist es, jeder Art von Biomasse durch eine einfache und robuste Anlagentechnik vollständig, kostengünstig in Biogas umzuwandeln und den Gärrest als Dünger zu verwenden. Besonders eignet sich dieses Verfahren unter anderen für die kommunalen Abfälle. Dieses Verfahren besteht hauptsächlich aus einer Vorkrube (Allesmischer), einem zweistufigen Impfbehälter und einem zweistufigen Feststoff-Fermenter, nämlich dem Hauptfermenter und Nachgärer. Durch diese zweistufige Fahrweise wird eine optimale Vermischung der Biomasse ohne Einsatz von Mischern gewährleistet, damit auch ein höherer Biogasertrag erzielt wird. Durch ein Jackett-Beheizungssystem wird eine schnellere und homogenere Temperaturverteilung in dem Reaktor gewährleistet. Dies führt gleichzeitig zu einer kürzeren Verweilzeit. Anhand des stapelbaren Etagensystems wird der Reaktorraum vollständig ausgenutzt. Außerdem ist der Eigenenergieverbrauch der Anlage sehr gering.

[0002] Dieses Verfahren bietet folgende Vorteile:

- optimalen Biogasertrag,
- robust,
- kostengünstig,
- gleichzeitiger Ersatz für Müllentsorgung (Biomüll),
- optimale Vergärung durch die vollständige Benetzung der aktiven Bakterienkulturen,
- keinen Kurzschluss der Substrate, wie dies bei Nassverfahren der Fall ist,
- geringeren Eigenenergieverbrauch,
- Fermenterbefüllung und -entleerung voll automatisch und dadurch sind Umweltemissionen minimiert und der Reaktorraum bis zu 90% ausnutzbar,
- minimaler Verschleiß von mechanischen Bauteilen im Fermenter

Stand der Technik:

[0003] Die Biogasanlagen sind grundsätzlich nach zwei Verfahren konzipiert nämlich: Trockenverfahren und Nassverfahren.

[0004] Jedes Verfahren hat seine Vorteile und Nachteile und die Verfahren funktionieren unter bestimmten Voraussetzungen. Der Trockenmasseanteil im Substrat gibt vor, welches Verfahren zum Einsatz kommt. Z. B. die pumpbare Biomasse (Trockensubstrat bis 15%) wird im Nassverfahren vergoren und ein Trockensubstrat höher als 15% bzw. die stapelbare Biomasse wird im Trockenverfahren vergoren.

[0005] Bei Trockenverfahren entstehen aufgrund der fehlenden Durchmischung trockene Zonen. Dies führt zu einer unvollständigen Vergärung und einer verminderten Gasbildung. Bei Neubefüllung der Fer-

menter wird die frische Biomasse mit mindestens 1/3 der vergorenen Biomasse vermischt bzw. angeimpft.

[0006] Durch diese Animpfung wird das Reaktorvolumen durch schon vergorene Biomasse befüllt. Außerdem wird der Biomassereaktor maximal 2/3 befüllt. Es ist ganz klar zu sehen, dass ein Trockenverfahren, so wie es momentan durchgeführt wird, nicht effizient ist.

[0007] Das Nassverfahren hat einen höheren Eigenenergieverbrauch. Es ist nur für pumpbare Substrate geeignet und die Anlagentechnik besteht aus kritischen Verschleißteilen (Rührwerk). Wenn die Substratzusammensetzung nicht in Ordnung ist, kann der gesamte Prozess zum Erliegen kommen. Daher ist dieses Verfahren sehr kostenintensiv und es hat ein großes Ausfallrisiko.

[0008] Ein gattungsgemäßes Verfahren und eine gattungsgemäße Vorrichtung sind aus der DE 10 2007 012 861 B3 bekannt.

Beschreibung des Quasi-Nassverfahrens

[0009] Die Erfindung betrifft eine Biogasanlage, die als „Quasi-Nassverfahren“ bezeichnet wird. Durch dieses Verfahren werden die Vorteile der Trocken- und Nassverfahren kombiniert und deren Nachteile eliminiert, um den Biogasertrag, Raumausnutzung und die Investitionskosten zu optimieren. Durch dieses Verfahren können jede Art von biologisch abbaubaren Stoffen vergärt werden. Das erzeugte Biogas wird in einem BHKW verstromt und der Gärrest als Dünger verwendet. Die Biomasse wird bei diesem Verfahren in drei Hauptschritten behandelt, nämlich die Vorbehandlung, die Fermentationen und die Nachbehandlung.

Die Vorbehandlung der Biomasse:

[0010] In **Abb. 1** ist die Vorbehandlung der Biosubstrate dargestellt.

a) Die kommunalen Abfälle werden in einer Sammelstelle zuerst mechanisch behandelt. Um eine optimale Temperaturverteilung in der Biomasse zu gewährleisten und um den Abbauprozess zu beschleunigen, wird das Substrat vor der eigentlichen Fermentation zunächst für kurze Zeit belüftet, wodurch sich das Substrat durch aerobe Rotteprozesse selbst erwärmt. Hierdurch kann die Zeit für die Aufheizung des Substrates erheblich verkürzt und die hierfür benötigte Energie eingespart werden.

b) Die landwirtschaftlichen Stoffe werden direkt einem so genannten Allesmischer zugeführt,

c) hygienisch bedenkliche Stoffe werden zuerst bei einer Temperatur von 70°C hygienisiert dann Mischbehältern zugeführt.

d) Gülle und flüssige Stoffe werden in der Güllegrube gesammelt und dann in die Mischbehälter gepumpt.

[0011] Bevor die Bioabfälle in die Vorgrube geschüttet werden müssen Störstoffen wie Plastik, Metall, Glas und ähnliche Stoffe grob aussortiert werden.

[0012] Die in den Behälter „Allesmischer“ eingebrachte Biomasse wird durch zwei schneckenartige und berührungslos ineinander laufende Wellen zerkleinert und gleichzeitig vermischt und aus dem Behälter ausgetragen. Die Zerkleinerung der Biomasse ist für die Vergärung sehr wichtig, d. h. je kleiner die Biomasse ist, desto größer ist die Oberfläche und desto höher ist der Biogasertrag. Die ausgetragenen Feststoffe werden durch ein Schraubenförderband in die Fermenter (2 oder 3) eingebracht und der flüssige und nährstoffhaltige Teil der Biomasse wird in die Impfbehälter (9) zur Versorgung der Bakterienkulturen gepumpt.

[0013] Der gesamte Ablauf dieses Verfahrens ist in **Abb. 2** dargestellt:

[0014] Der Transport der Biomasse von der Vorgrube bis zum Austrag aus dem Behälter ist vollautomatisch. Die ausgetragenen Substrate werden durch das Fließband in die Fermenter eingespeist.

Der Fermenter:

[0015] Um das Fermentervolumen komplett auszunutzen und um einen besseren Kontakt zwischen Biomasse und Mikroorganismen zu gewährleisten, wird die Biomasse auf schwenkbaren Böden (**Abb. 3**) gestapelt. Der Fermenter besteht aus mindestens einem Boden.

Phase I:

[0016] Nach Befüllung der Fermenter wird die Biomasse zuerst mit Abgas begast. Dies hat zwei Vorteile. Einerseits wird die mit dem Eintrag der Biomasse in die Fermenter eintretende Luft bzw. Sauerstoff ausgetrieben und andererseits wird die Biomasse zur Gärung vorgewärmt.

Phase II:

[0017] In die Fermenter (**Abb. 2**) wird von unten das Biogas eingeleitet und gleichzeitig wird der Fermenter von oben mit Perkolat aus dem Impfbehälter (9) berieselt. Das von unten eingeleitete Biogas soll einen Widerstand für das vom oben berieselte Perkolat schaffen. Damit soll ermöglicht werden, dass das Perkolat genug Zeit hat, möglichst tief genug in die

Biomasse einzudringen. Ansonsten würde das Perkolat den einfachsten Weg nehmen und nach unten fließen, dies würde zu trockenen Nestern führen. Dies hätte einen unvollständigen Biomasseabbau und einen schlechteren Biogasertrag zur Folge.

[0018] Das größte Problem bei der Trockenfermentation ist die unvollständige Vergärung. Bis zu 50% der Biomasse wird ohne Vergärung aus dem Fermenter raus genommen. Durch das in **Abb. 3** dargestellte Verfahren wird dieses Problem gelöst. Hierbei nehmen die Böden eine wichtige Rolle ein. Die Böden verhindern, dass die Biomasse sich nach unten durchdrückt und die Kapillare verstopfen. Dies führt zu keinen trockenen Nestern in der Biomasse. Dadurch findet eine vollständige Verteilung des Perkolats statt, was zu einem höheren Biogasertrag führt. Falls es ausnahmsweise doch trockene Nester im Fermenter haben sollte, wird diese Biomasse in dem Nachgär-Behälter vollständig vermischt.

[0019] Eine gleichmäßige Verteilung des Perkolats ist Voraussetzung für einen möglichst hohen Substratabbau und damit auch für einen hohen Gasertrag. Dies wird durch ein Perkolatverteilungssystem, das unter den Böden installiert wird, gewährleistet. Nach Befüllung der Fermenter wird die untere Perkolatsleitung zum Impfbehälter (9) zugeordnet und die Fermenter mit Perkolat aus dem Impfbehälter (9) berieselt bis die ganze Biomasse mit Perkolat gestaut ist. Unter dem Fermenter angesammeltes Perkolat wird mit Hilfe einer Zirkulationspumpe wahlweise zuerst hoch auf die Fermenterwand und Böden gepumpt.

Reaktor-Beheizung

[0020] Die erforderliche Wärmeenergie wird durch ein BHKW erzeugt. Eine schnelle und homogene Temperaturverteilung ist für optimale Milieubedingungen sehr wichtig. Diese Voraussetzungen werden durch das Jackett-Beheizungssystem gewährleistet. Damit entstehen keine lokalen Populationen und ein Absterben der Bakterienkulturen wird verhindert.

Vorteile gegenüber vorhandenen Systemen:

[0021] Bei Trockenfermentationsverfahren findet die Beheizung der Fermenter durch in Boden und Wand eingelegte Heizungsrohre statt. Diese Art der Beheizung ist sehr träge und führt zum Teil zu lokalen Überhitzungen und eine homogene Wärmeübertragung zur Mitte der Fermenter wird nicht gewährleistet.

[0022] Bei Nassverfahren findet die Wärmeübertragung durch in die Innenwand der Fermenter eingebrachte Rohre statt. Diese Rohre werden von der Wand mit einem Abstand ca. 25 bis 30 cm montiert. Mit der Zeit lagern sich Feststoffe auf den Rohren ab. Dies führt zu einer schlechten Wärmeüber-

tragung. Meistens ist es der Fall, dass durch ungeeignete Rührsysteme keine Wärmeübertragung zur Mitte der Fermenter stattfindet. Dies führt wiederum zu schlechten Milieubedingungen und dementsprechend zu einem schlechteren Biogasertag.

[0023] In dem Quasi-Nassverfahren stellt sich durch die Jackett-Beheizung eine schnellere und homogene Wärmeverteilung ein und dies verhindert lokale Überhitzungen. Außerdem ist dieses Beheizungssystem sehr robust und kostengünstig.

Nachgärer:

[0024] Nach vorgegebener Verweilzeit wird der Fermenter über ein Schnecken-Fördersystem entleert. Die vergorene Biomasse wird komplett in die Nachgärer transportiert und mit dem Schieber abgeschlossen.

[0025] Während der Befüllung der Nachgärer dreht sich ein Igelzylinder im Bereich der Befüllung und sorgt für eine vollständige Umwälzung und Vermischung der in den Nachgärer geförderten Biomasse. Insgesamt findet durch die zweistufige Fahrweise neben der homogenen Temperaturverteilung auch ein homogener Nährstoffkonzentrationsausgleich statt. Dadurch wird ein Rührwerk überflüssig.

[0026] Nach der 4. oder 5. Woche wird die Biomasse aus dem Nachgärer ausgetragen der Gärrest wird abgepresst. Dabei entstehendes Abpresswasser wird zum Impfbehälter gepumpt.

[0027] Anschließend wird der gepresste Gärrest im Freien oder in einer Halle zum Nachrotten gestapelt. Ein in den Boden dieser Fläche integriertes Druckbelüftungssystem sorgt für eine gleichmäßige Belüftung der Biomasse und gewährleistet somit eine optimale Reifung des Endproduktes (Dünger). Zusätzlich kann eine Materialumsetzung durch Radlader oder Mietenumsetzgeräte erfolgen.

[0028] Vor dem Leerfahren oder auch bei einer Reparatur wird der Nachgärer oder Fermenter aus sicherheitstechnischen Gründen mit Abgas geflutet. Damit wird im Behälter zum Teil lokal ansammelndes Biogas kostengünstig ausgetragen. Um eine kontinuierliche Gasproduktion aufrechterhalten zu können, werden die Fermenter parallel und zeitversetzt geschaltet.

Impfbehälter:

[0029] Die diskontinuierlichen Verfahren (Batch-Verfahren) zeichnen sich unter anderem dadurch aus, dass das zu vergärende Material zu Beginn der Fermentation mit methanogenem Impfmateriel vermischt werden muss, um die Biogasbildung einzuleiten. Dies kann auf zwei Wegen geschehen. Zum einen eine

direkte Vermischung mit schon vergorenem Material und anschließend mit Perkolat und zum anderen eine Animpfung des Materials mittels Perkolat, also einer hochaktiven und hochkonzentrierten Bakterienlösung, die über das zu vergärende Material versprüht wird.

[0030] Bei Neubefüllung der frischen Biomasse kommt (substratabhängig) eine starke Säurebildung zu Stande. Dies verlangsamt den Biogasprozess. In solchen Fällen muss das Perkolat aus der Vorgrube statt zum Impfbehälter in die Nachgärer geleitet werden. Dies hat den Vorteil, dass der Nachgärer starke Säurebildung abpuffern kann und dadurch eine Hemmung der Methanbakterien vermieden wird, was gerade aus Gründen der Prozessstabilität besonders wichtig ist. Um die Prozessstabilität zu verbessern und den Fermenterraum 100%-tig für das Frischesubstrat auszunutzen, erfolgt die Animpfung des Frischsubstrates durch hochaktive und hochkonzentrierte Bakterienkulturen.

[0031] Die anfallenden Flüssigkeiten aus dem Allesmischer und sowie das Perkolat aus Fermenter und Nachgärer werden in einem sogenannten Perkolat-Vorbehandlungsbehälter (6) gesammelt. Sobald die Prozessparameter nämlich Temperatur und pH-Wert und Nährstoffkonzentration in dem erforderlichen Bereich eingestellt sind, wird das Perkolat in die Impfbehälter (7) geleitet. Hierdurch wird der Prozess vor dem Auftreten der Störungen sehr effektiv geschont. Der Prozess ist als Stabilisator für die Impfbehälter (7) zu sehen. Er hat genügend Kapazität die auftretenden Schwankungen zu kompensieren. Besonders anfällig reagieren methogene Bakterien des mesophilen Temperaturbereiches auf größere Temperaturschwankungen. Das Temperaturoptimum liegt bei diesen Bakterien zwischen 35 und 38°C. Eine Temperaturabsenkung um 10°C reduziert die Bakterienaktivitäten um 50%. Durch die zweistufige Perkolatbehandlung wird eine hohe Betriebssicherheit und Prozessstabilität gewährleistet. Dadurch wird eine kontinuierliche Gasproduktion sichergestellt.

[0032] In dem Behälter (9) werden hochkonzentrierte und hochaktive Mikroorganismen gezüchtet. Die günstigen Milieubedingungen werden durch die Zugabe von Co-Substraten (z. B. zermahlendes Getreide) sowie eine optimale und homogene Temperatur- und Nährstoffkonzentrationsverteilung gewährleistet. Das Jackett-Heizungssystem und das hydraulische Rührwerk spielen hier eine zentrale Rolle. Dieses mit hochkonzentrierten und hochaktiven Mikroorganismen enthaltene Perkolat wird in die Fermenter oder Nachgärer eingebracht bzw. angeimpft.

Milieubedingungen:

[0033] Methanbakterien sind strikt anaerob und reagieren sehr empfindlich auf Sauerstoff. Somit ist ein

Sauerstoffeintrag in den Gärprozess unbedingt zu vermeiden. Im Gegensatz zu aeroben Bakterien kann diese Bakteriengruppe nur in flüssiger Phase bei einem Wassergehalt von mindestens 50% existieren. Bei dieser Verfahrensweise werden Prozesstemperaturen von 35°C bis 40°C gewährleistet. Dieses Verfahren ist dadurch gekennzeichnet, dass auch unter starke Versäuerung anpassungs- und überlebensfähig ist. Die optimale Reaktortemperatur sollte 38°C erstrebt werden.

Gasproduktion und Gaszusammensetzung:

[0034] Da bei den diskontinuierlichen Verfahren die Fermenter periodisch mit Substrat beschickt werden, findet auch die Gasproduktion diskontinuierlich statt. Um eine kontinuierliche Stromproduktion mit BHKW gewährleisten zu können, müssen mehrere Fermenter zeitversetzt betrieben werden. Weiterhin muss beachtet werden, dass sich die Biogaszusammensetzung anders als in einem kontinuierlichen Fermenter verhält. Hier herrscht durch die stabile Bakterienpopulation und die stetige Substratzugabe eine vom Substrat abhängige und gleich bleibende Biogaszusammensetzung. Anders ist dies in einem diskontinuierlich betriebenen Fermenter. Besonders in der Startup-Phase entsteht durch die beginnenden anaeroben Umsetzungsprozesse vornehmlich ein CO₂-reiches Gasgemisch mit einem nur geringen Methangehalt, das sich nur bedingt für die Verbrennung in einem BHKW eignet. Erst wenn der Methangehalt im Gasgemisch auf Werte von über 50 Vol.-% angestiegen ist, kann das Biogas problemlos im BHKW verbrannt und zu Strom umgewandelt werden. Es ist auch möglich, die Methangehalt ab 37% zu verwenden, wenn das Biogas mit anderem Biogas vermischt werden kann /5/. Das Biogas mit Methangehalt unter 37% darf nicht in die Atmosphäre gelangen, da sich neben Methan sowie CO₂ und andere klimawirksame Verbindungen hierin befinden. Daher muss das Biogas mit niedrigeren Konzentrationen über Fackel-einrichtung verbrannt werden.

[0035] Die Fig. 1 zeigt einen Allesmischer, in dem die folgenden Verfahrensschritte durchgeführt werden:

- A: Anlieferung und Lagerung von Bioabfällen,
- B: Aufbereitung (Sortieren und Zerkleinern)
- C: Vorbehandlung (Aerobe Abbauprozesse)
- D: Hygienisierte Biosubstrate
- E: Gülle und flüssige Substrate
- F: Allesmischer (Behälter)
- G: Mischer/Zerkleinerer und Transportierer,
- H: Flüssige Substrate zum Impfbehälter
- I: Feste Substrate zum Feststofffermenter

[0036] Fig. 2 zeigt eine Anlage für ein Quasinassverfahren. In diesem Gesamtverfahrensfließbild sind die folgenden Vorrichtungen gezeigt:

- 1: Vorgrube
- 2: Fermenter
- 3: Nachgärer
- 4: Zerkleinerer/Vermischer
- 5: Förderschnecke
- 6: Perkolatsammelbehälter
- 7: Perkolat Vorbehandlungsbehälter
- 8: Hydraulisches Mischwerk
- 9: Impfbehälter
- 10: Perkolatsförderpumpe
- 11: Stabilisatoren
- 12: Co-Substrate
- 13: Kompressor
- 14: BHKW
- 15: Strom
- 16: Abgas
- 17: Sauerstoff
- 18: Schwenkbare Böden
- 19: Hydraulische Schwenkwelle
- 20: Bioabfall, Silage sowie Strukturmaterial
- 21: Gülle, Mist, flüssige Abfälle
- 22: Hygienisierte Biostoffe

[0037] Fig. 3 zeigt einen Tray-Boden mit

- 1: Fermenter,
- 2: Böden,
- 3: Hydraulische Schwenkvorrichtung

[0038] Und Fig. 4 zeigt Impfbehälter mit

- 1: Perkolat aus Vorgrube, Fermenter und Nachgärer
- 2: Co-Substrate
- 3: Biogas zum BHKW
- 4: Hochkonzentrierte und hochaktive Mikroorganismen zu Fermenter und Nachgärer

Patentansprüche

1. Verfahren zur Umwandlung von fester Biomasse in Biogas, bei dem ein Fermenter (2) mit der Biomasse aus einem Behälter (1) vollautomatisch befüllt und entleert wird, wobei die anfallenden Flüssigkeiten aus dem Behälter (1) und Perkolat aus dem Fermenter (2) und aus einem Nachgärer (3) in einem Perkolat-Vorbehandlungsbehälter (7) gesammelt werden, sobald die Prozessparameter Temperatur und pH-Wert und Nährstoffkonzentration eingestellt sind, das Perkolat in einen Impfbehälter (9) geleitet wird, in dem Impfbehälter (9) hochkonzentrierte und hochaktive Mikroorganismen gezüchtet werden, wobei die Milieubedingungen durch die Zugabe von Co-Substraten sowie eine homogene Temperatur- und Nährstoffkonzentrationsverteilung durch ein Heizungssystem und ein Rührwerk gewährleistet werden und hochkonzentrierte und hochaktive Mikroorganismen enthaltendes Perkolat in den Fermenter (2) und den Nachgärer (3) eingebracht bzw. angeimpft wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Biomasse mit einem Behälter (1)

durch zwei schneckenartige und berührungslos ineinander laufende Wellen (4) zerkleinert und gleichzeitig vermischt wird und dann aus dem Behälter (1) ausgetragen wird, das Heizungssystem ein Jacket-Heizungssystem ist, das Rührwerk ein hydraulisches Rührwerk ist und nach Befüllung des Fermenters die Biomasse zuerst mit Abgas begast wird.

2. Vorrichtung zur Umwandlung von fester Biomasse in Biogas mit einem Fermenter (2) und einem Nachgärer (3), einem Perkolatsbehälter (7) und einem Impfbehälter (9), wobei der Perkolatsbehälter ein Mischwerk (8) aufweist, gekennzeichnet durch einen Behälter (1) mit zwei schneckenartig und berührungslos ineinander laufenden Wellen (4) für die Zerkleinerung von Biomasse, wobei der Fermenter schwenkbare Böden zum Stapeln der Biomasse aufweist und das Mischwerk hydraulisch ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Impfbehälter (9) ein Jacket-Heizungssystem aufweist.

4. Vorrichtung nach Anspruch 2 oder 3, gekennzeichnet durch ein Fließband oder Förderschnecke zum Einspeisen von Substrat in den Fermenter.

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Böden des Fermenters hydraulisch schwenkbar sind.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

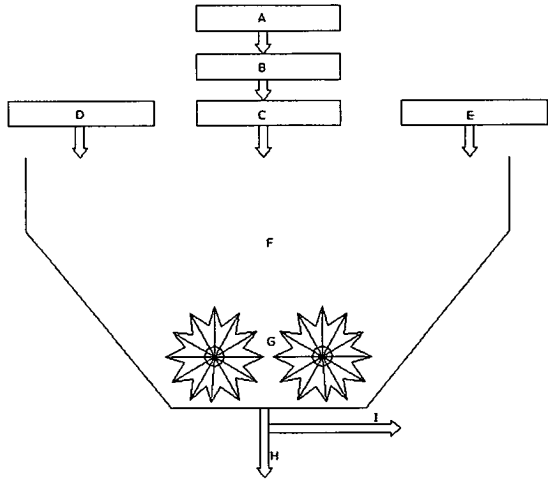


Fig. 1

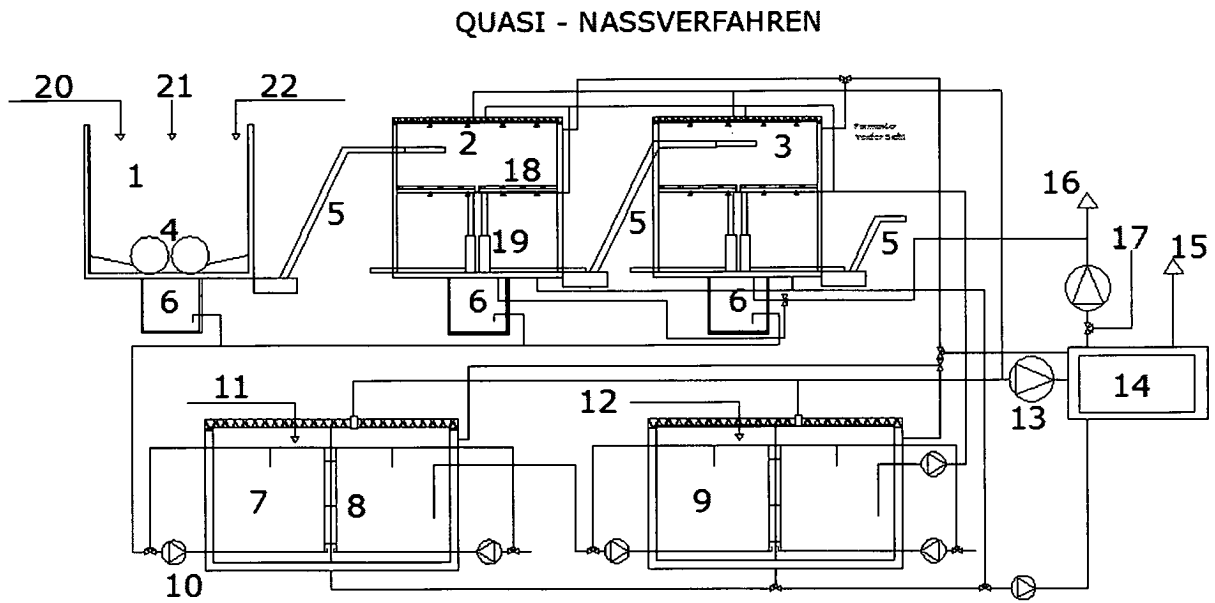


Fig. 2

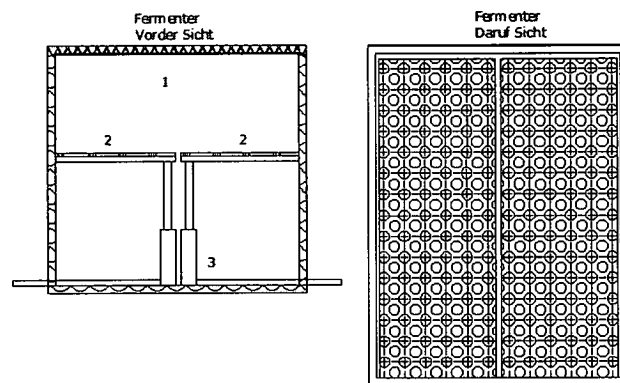


Fig. 3

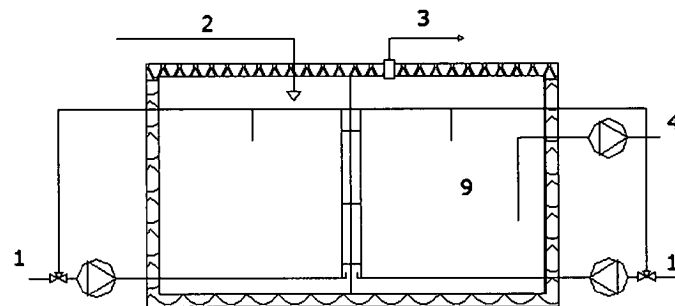


Fig. 4