



(12) Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

(19) DD (11) 224 023 A1

4(51) C 02 F 3/28

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP C 02 F / 262 898 4

(22) 10.05.84

(44) 26.06.85

(71) Technische Hochschule „Carl Schorlemmer“ Leuna-Merseburg, 4200 Merseburg, Otto-Nuschke-Straße, DD
(72) Neumann, Willi, Prof. Dr. sc. techn.; Rückauf, Helmut, Dr. rer. nat., DD

(54) Verfahren zur anaeroben mikrobiologischen Abproduktverwertung

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur anaeroben Abproduktverwertung von biologisch abbaubaren, organische Stoffe enthaltenden wäßrigen Dispersionen, so Abprodukte der Landwirtschaft wie Gülle, so Abprodukte der Lebensmittelindustrie wie Schlächtereiabfälle, so Überschußschlämme der Abwasserreinigung und Abprodukte der stoffwandelnden Industrie. Ziel und Aufgabe der Erfindung ist es, neue Verfahren zur anaeroben mikrobiologischen Abproduktverwertung zu entwickeln, die geeignet sind, gegenüber herkömmlichen Verfahren eine höhere Mikroorganismendichte, ein verbessertes Kohlenstoff/Stickstoffverhältnis und damit eine höhere Raum-Zeitausbeute an Biogas zu erreichen. Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß kohlenstoffhaltige Zuschlagstoffe in ihrer natürlichen Körnung in Mengen von 0,1–500 Massenprozent des in der wäßrigen Dispersion enthaltenen Feststoffes eingesetzt werden. Als Zuschlagstoffe werden Holzprodukte wie Holzwolle, Holzschnitzel, Sägespäne, Schleifstaub, Torf, Braunkohle, Steinkohle oder Abfälle aus der Papier- und Textilindustrie oder Lebensmittelindustrie verwendet.

Titel der Erfindung

Verfahren zur anaeroben mikrobiologischen Abproduktverwertung

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft anaerobe mikrobiologische Verfahren zur Abproduktverwertung, die geeignet sind, wäßrige Dispersionen, die biologisch abbaubare organische Stoffe enthalten, so Abprodukte der Landwirtschaft wie Gülle, so Abprodukte der Lebensmittelindustrie wie Schlächtereiabfälle, so Überschußschlämme der Abwasserreinigung und Abprodukte der stoffwandelnden Industrie, zu sogenanntem Biogas und hochwertigen natürlichen Düngemitteln umzuwandeln.

Charakterisierung der bekannten technischen Lösungen

Es ist bekannt, daß organische Stoffe, bevorzugt Abprodukte aus verschiedenen Produktionszweigen, mikrobiologisch unter anaeroben Bedingungen in ein hochwertiges, brennbares Gas, sogenanntes Biogas, umgewandelt werden können. Dabei erfolgt der Abbau der organischen Bestandteile, vorwiegend Kohlenhydrate, Eiweiße und Fette, zweistufig. Sogenannte säurebildende Bakterien spalten die Kohlenhydrate, Eiweiße und Fette

in niedermolekulare Fettsäuren, die dann weiter durch methanbildende Bakterien in Methan und Kohlendioxid umgewandelt werden.

Es ist weiter bekannt, daß die Schaffung großer spezifischer Ansiedlungsflächen für die aktiven Mikroorganismen, die durch die Zugabe von inerten Zuschlagstoffen erreicht werden, hohe aktive Mikroorganismendichten zu erreichen gestattet. Als inerte Zuschlagstoffe werden eingesetzt (DE-OS 2531598, DE-OS 2905391, DE-OS 2930812) Kohle z. B. Aktivkohle, Koks, Schlacke, poröse Steine wie Bimsstein und Keramik. Auch Füllkörper mit definierter Form und Oberfläche, z. B. Raschigringe (DE-OS 2520742) werden angewendet. Diese festen Zuschlagstoffe werden in der Form eines Fließbettes, d. h. weitgehend als Suspension oder als Festbett, als sogenanntes mikrobiologisches Filter, angewendet.

Weiterhin ist bekannt, daß als Zuschlagstoffe aktiviertes Aluminiumoxid oder makroporöse Adsorberharze (DE-OS 2722401) sowie gezielt hergestellte inerte Produkte, wie Gemische aus Siliziumdioxid, Aluminiumoxid, Eisenoxid und Kalziumcarbonat, die zusätzlich metallische Spurenelemente enthalten, verwendet werden (DE-AS 2648892). Die inerten synthetischen Zusatzstoffe weisen hohe spezifische Oberflächen zwischen $4500 - 9000 \text{ cm}^2/\text{g}$ und Korndurchmesser unter 50 Mikrometer auf.

Es ist bekannt, daß für eine effektive anaerobe Abproduktverwertung zur Bildung einer produktiven Mikroorganismenpopulation ein optimales Kohlenstoff/Stickstoffverhältnis von 10 : 1 bis 16 : 1 im Substrat vorhanden sein muß.

Es ist weiter bekannt, daß der Ausfäulungsgrad von Abwasser, welches aerob abgebaut wurde und anschließend einer anaeroben Fäulung unterworfen wird, steigt, wenn frisches Abwasser mit

einer höheren Konzentration an abbaubaren Produkten der anaeroben Stufe zugemischt wird (DE-OS 2722401).

Weiter ist bekannt, daß Frischpflanzen bei der anaeroben Fermentation hohe Gasausbeuten liefern, während verholzte und inkohlte Produkte als inerte Trägersubstanzen angesehen werden.

Inerte Trägersubstanzen werden bei den bekannten Verfahren nur zu Erzeugung von Ansiedlungsflächen, zum Zurückhalten von Mikroorganismen als biologisches Filter oder zur Erleichterung der Abtrennung nach der Faulung und nachfolgender Rezirkulation der Mikroorganismen zusammen mit den Trägersubstanzen, verwendet. Somit ergeben sich große Verweilzeiten für die Trägersubstanzen im Biogasprozeß. Dabei verändern die z. T. in organischen Trägermaterialien enthaltenen abbaubaren Inhaltsstoffe das Kohlenstoff/Stickstoffverhältnis und damit die Biogasausbeute nicht.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist es, neue Verfahren zur anaeroben mikrobiologischen Abproduktverwertung zu entwickeln, die geeignet sind, eine höhere Mikroorganismendichte, ein verbessertes Kohlenstoff/Stickstoffverhältnis und damit eine höhere Raum/Zeitausbeute an Biogas zu erreichen.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Aufgabe der Erfindung ist es, gegenüber den bekannten technischen Lösungen Zuschlagstoffe solcher Eigenschaften einzusetzen, die zum einen Ansiedlungsflächen für Mikroorganismen darstellen und zum anderen verfügbaren Kohlenstoff enthalten und somit in Verbindung mit den Substraten abgebaut werden und so das Kohlenstoff/Stickstoffverhältnis wesentlich erhöhen.

Erfindungsgemäß werden als Zuschlagstoffe feste, in Wasser unlösliche, kohlenstoffhaltige Stoffe verwendet, die den wäßrigen, organische Stoffe enthaltenden Dispersionen, so Abprodukte der Landwirtschaft wie Gülle, so Abprodukte der Lebensmittelindustrie wie Schlächtereiabfällen, so Überschussschlamm der Abwasserreinigung und Abprodukten der stoffwandelnden Industrie, die als Substrate verwendet werden, in Anteilen von 0,1 - 500 Masseprozent, vorzugsweise 20 - 150 Masseprozent, bezogen auf den Trockensubstanzgehalt der Dispersionen, zugesetzt werden.

Überraschenderweise wurde gefunden, daß ein großer Zusatz von kohlenstoffhaltigen Feststoffen wie Holz, Holzwolle, Holzschnitzel, Sägespäne, Schleifstaub, Abfällen aus der Papier- und Textilindustrie, festen Abprodukten der Lebensmittelindustrie, die Kohlehydrate, Fette und Eiweiße einzeln oder gemeinsam enthalten, Torf und Braunkohle, Steinkohle und andere vorzugsweise Cellulose enthaltende Abprodukte in natürlicher Körnung zwischen 50 und 0,001 mm neben der langzeitigen Wirkung zur Erhöhung der Mikroorganismendichte über die Schaffung von Ansiedlungsflächen auch zu wesentlichen Gasausbeutesteigerungen durch partiellen Abbau der Zuschlagstoffe führt. Werden Zuschlagstoffe in erfindungsgemäßen Mengen zugesetzt, so daß sich durch die enthaltenen abbaubaren organischen Inhaltsstoffe das Kohlenstoff/Stickstoffverhältnis verbessert, wird eine wesentliche Steigerung der Biogasproduktion erreicht. Dabei setzt die Steigerung der Gasentwicklung unmittelbar nach der Zugabe der Zuschlagstoffe mit einer Zeitverzögerung von mitunter nur 30 min bis 1 Stunde nach Zugabe der Zuschlagstoffe ein und ist von ihrer Menge und Verweilzeit abhängig.

Das Verfahren kann kontinuierlich, diskontinuierlich oder quasi-kontinuierlich durchgeführt werden. Die Betriebstemperatur liegt dabei mesophil zwischen 25 und 40° C oder thermophil zwischen 40 und 60° C.

Ausführungsbeispiele

Beispiel 1

Als Vergleich wurden folgende Bedingungen gewählt:

Zu 10 kg eines standardisierten Faulschlammes mit einem Feststoffgehalt von 60 g Trockensubstanz pro Liter und einem Gehalt von 0,2 g/l Essigsäureäquivalent an flüchtigen Fettsäuren werden 1,5 kg Schweinegülle mit einem Feststoffgehalt von 80 g Trockensubstantgehalt pro Liter und einem Gehalt von 15 g/l Essigsäureäquivalent an flüchtigen Fettsäuren in einem Biogasreaktor zudosiert. Dieser Reaktor produzierte bei 35 °C in den ersten 24 Stunden nach der Dosierung 14 l Biogas, das entspricht einem Produktivitätskoeffizienten von $K_V = 1,22 \text{ m}^3 \text{ Biogas pro m}^3 \text{ Reaktionsvolumen und 24 Stunden}$. Zwischen der 24. Stunde und der 48. Stunde produziert der Reaktor 10 l Biogas, das entspricht einem Produktivitätskoeffizienten von $K_V = 0,87 \text{ m}^3/\text{m}^3 \text{ d.}$

Die Faulung wurde analog der Standardfaulung unter Zusatz von 0,5 kg ostelbischer Rohbraunkohle mit einer Körnung von 2 mm und einem Wassergehalt von ca. 20 Ma.-% wiederholt. Dabei wurden nach 24 Stunden 17,9 l Biogas ($K_V = 1,50 \text{ m}^3/\text{m}^3 \text{ d}$) und nach 48 Stunden 32,9 l Biogas ($K_V = 1,25 \text{ m}^3/\text{m}^3 \text{ d}$) erhalten. Die Gasausbeute wurde durch den Rohbraunkohlezusatz um 22 % für die ersten 24 Stunden und um 44 % für die zweiten 24 Stunden bzw. um 31 % bezüglich der kumulativen Gasausbeute erhöht.

Beispiel 2

Die Faulung wurde analog der Standardfaulung s. Beispiel 1 unter Zusatz von 200 g Holzschleifstaub durchgeführt. Dabei wurden nach 24 Stunden 17,2 l und nach 48 Stunden 30,5 l Biogas gebildet. Somit stieg die Gasausbeute in den ersten 24 Stunden um 21 % und in den zweiten 24 Stunden um 31 %.

Bezüglich der kumulativen Gasausbeute wurde für die ersten 48 Stunden eine Erhöhung der Gasausbeute von 25 % bezogen auf die Standardfaulung erreicht.

Beispiel 3

Die Faulung wurde analog der Standardfaulung s. Beispiel 1 unter Zusatz von 500 g Rindengranulat, das als Abfall bei der Holzaufbereitung bzw. in der Zellstoff- bzw. Papierindustrie anfällt, durchgeführt. Dabei wurden nach 24 Stunden 19 l und nach 48 Stunden 34 l Biogas gebildet. Somit stieg die Gasausbeute in den ersten 24 Stunden um 30 %. Bezüglich der kumulativen Gasausbeute wurde für die ersten 48 Stunden eine Erhöhung der Gasausbeute von 36 % bezogen auf die Standardfaulung erreicht.

Beispiel 4

Die Faulung wurde analog der Standardfaulung s. Beispiel 1 unter Zusatz von 700 g Sägespänen durchgeführt. Dabei wurden nach 24 Stunden 16,1 l und nach 48 Stunden 27,3 l Biogas gebildet. Somit stieg die Gasausbeute in den ersten 24 Stunden um 7 % und in den zweiten 24 Stunden um 4 %. Bezüglich der kumulativen Gasausbeute wurde für die ersten 48 Stunden eine Erhöhung der Gasausbeute von 6 % bezogen auf die Standardfaulung erreicht.

Beispiel 5

Die Faulung wurde analog der Standardfaulung s. Beispiel 1 unter Zusatz von 400 g Torf durchgeführt. Dabei wurden nach 24 Stunden 16 l und nach 48 Stunden 27,1 l Biogas gebildet. Somit stieg die Gasausbeute in den ersten 24 Stunden um 11 % und in den zweiten 24 Stunden um 7,6 %. Bezüglich der kumulativen Gasausbeute wurde für die ersten 48 Stunden eine Erhöhung der Gasausbeute von 9,5 % bezogen auf die Standardfaulung erreicht.

Erfindungsanspruch

1. Verfahren zur anaeroben mikrobiologischen Abproduktverwertung wäßriger, organische Stoffe enthaltender Dispersionen, so Abprodukte der Landwirtschaft wie Gülle, so Abprodukte der Lebensmittelindustrie wie Schlächtereiabfälle, so Überschußschlämme der Abwasserreinigung und Abprodukte der stoffwandelnden Industrie, gekennzeichnet dadurch, daß solche feste in Wasser unlösliche kohlenstoffhaltige Zuschlagstoffe in ihrer natürlichen Körnung in Mengen von 0,1 - 500 Masseprozent des in der wäßrigen Dispersion enthaltenen Feststoffes eingesetzt werden.
2. Verfahren nach Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß der Zuschlagstoff aus Holzproduktion, wie Holzwolle, Holzschnitzel, Sägespänen, Schleifstaub aus der Holzverarbeitung; Torf; Braunkohle und Braunkohlenstaub; Steinkohle oder Abfällen aus der Papier- und Textilindustrie oder festen Abprodukten der Lebensmittelindustrie, die Kohlenhydrate, Fette und Eiweiße einzeln oder gemeinsam enthalten, besteht.
3. Verfahren nach Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß die Körnung der Zuschlagstoffe zwischen 50 und 0,001 mm liegt.
4. Verfahren nach Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß die Zuschlagstoffe vorzugsweise 20 - 150 Masseprozent, des in den wäßrigen Dispersionen enthaltenen Feststoffes betragen.
5. Verfahren nach Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß das Verfahren kontinuierlich, diskontinuierlich oder quasi-kontinuierlich durchgeführt wird.
6. Verfahren nach Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß die Betriebstemperatur mesophil zwischen 25 und 40 °C oder thermophil zwischen 40 und 60 °C liegt.