



(12) Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

(19) **DD** (11) **228 535 A1**

4(51) C 02 F 11/04

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21)	WP C 02 F / 269 562 3	(22)	16.11.84	(44)	16.10.85
------	-----------------------	------	----------	------	----------

(71)	VEB Komplette Chemieanlagen Dresden, 8012 Dresden, Ernst-Thälmann-Straße 25-29, DD
(72)	Weißgärber, Hartmut, Dr.-Ing.; Heibold, Volkmar, Dipl.-Ing., DD

(54) Verfahren zum Abfahren und Inertisieren von Biogasanlagen

(57) Ziel der Erfindung ist es, das Verfahren explosionsicher und effektiv, ohne zusätzlichen Einsatz von Inertgas durchzuführen. Die Aufgabe besteht darin, das Abfahren von Biogasanlagen, in denen Abwasser und Gülle aufgearbeitet wird, bei gleichzeitiger Inertisierung durchzuführen, wobei die Bildung explosibler Gasgemische vermieden und die Aktivität des Faulschlammes für eine schnelle Wiederinbetriebnahme der Biogasanlage erhalten wird. Erfindungsgemäß wird dies dadurch erreicht, in dem Luft direkt in den Faulschlamm eingeblasen, darin dispergiert und großräumig verteilt wird. Die Lufteinblasung erfolgt derart, daß der Sauerstoffgehalt des gebildeten Gasgemisches eine maximale Konzentration von 6% nicht übersteigt. Vorteilhaft ist es, vor dem Einblasen von Luft in den Faulschlamm diesem noch obligat aerob und/oder fakultativ aerob Mikroorganismen enthaltendes Substrat, das zweckmäßigerweise kalt ist, zugeführt wird. Durch die Empfindlichkeit der methanproduzierenden Bakterien gegenüber Sauerstoff, sinkt der Methangehalt des Biogases, dessen Produktion allmählich zum Erliegen kommt. Bei einem Methangehalt von kleiner 2 Vol.-% ist der Inertisierungsprozeß beendet und der Biogasreaktor kann gefahrlos geöffnet werden.



(12) Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

(19) **DD** (11) **228 535 A1**

4(51) C 02 F 11/04

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21)	WP C 02 F / 269 562 3	(22)	16.11.84	(44)	16.10.85
------	-----------------------	------	----------	------	----------

(71) VEB Komplette Chemieanlagen Dresden, 8012 Dresden, Ernst-Thälmann-Straße 25–29, DD

(72) Weißgärber, Hartmut, Dr.-Ing.; Heibold, Volkmar, Dipl.-Ing., DD

(54) Verfahren zum Abfahren und Inertisieren von Biogasanlagen

(57) Ziel der Erfindung ist es, das Verfahren explosionsicher und effektiv, ohne zusätzlichen Einsatz von Inertgas durchzuführen. Die Aufgabe besteht darin, das Abfahren von Biogasanlagen, in denen Abwasser und Gülle aufgearbeitet wird, bei gleichzeitiger Inertisierung durchzuführen, wobei die Bildung explosibler Gasgemische vermieden und die Aktivität des Faulschlammes für eine schnelle Wiederinbetriebnahme der Biogasanlage erhalten wird. Erfindungsgemäß wird dies dadurch erreicht, in dem Luft direkt in den Faulschlamm eingeblasen, darin dispergiert und großräumig verteilt wird. Die Lufteinblasung erfolgt derart, daß der Sauerstoffgehalt des gebildeten Gasgemisches eine maximale Konzentration von 6% nicht übersteigt. Vorteilhaft ist es, vor dem Einblasen von Luft in den Faulschlamm diesem noch obligat aerob und/oder fakultativ aerob Mikroorganismen enthaltendes Substrat, das zweckmäßigerweise kalt ist, zugeführt wird. Durch die Empfindlichkeit der methanproduzierenden Bakterien gegenüber Sauerstoff, sinkt der Methangehalt des Biogases, dessen Produktion allmählich zum Erliegen kommt. Bei einem Methangehalt von kleiner 2 Vol.-% ist der Inertisierungsprozeß beendet und der Biogasreaktor kann gefahrlos geöffnet werden.

ISSN 0433-6461

8 Seiten

Zur PS Nr. 228535.....

ist eine Zeitschrift erschienen.

(Teilweise bestätigt gem. § 18 Abs.1 d.Änd.Ges.z.Pat.Ges.)

Um die Biogasproduktion stark zu reduzieren und damit die Bildung explosibler Gasmischungen zu vermeiden, sind große Mengen Inertgas, d.h. das 20fache der Biogasmenge, nötig. Außerdem erfordert die Inertisierung mittels Inertgas
5 einen hohen Zeitaufwand von ca. 10-14 Tagen ohne Substratzuspeisung.

Darüber hinaus steht Inertgas nicht immer zur Verfügung und dessen Bereitstellung erfordert zusätzliche Kosten. Durch die Zuführung von Inertgas erfolgt auch nur eine Ver-
10 dünnung des Biogases. Ein sicheres Abfahren der Biogasanlage ist nicht möglich.

Andere, technisch zufriedenstellende, Lösungen zum gefahrlosen Abfahren von Biogasanlagen bei gleichzeitiger Inertisierung sind nicht bekannt.

15 Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist es, das Abfahren von Biogasanlagen bei gleichzeitiger Inertisierung ohne zusätzlichen Einsatz von Inertgas explosionssicher und effektiv durchzuführen.

Darlegung des Wesens der Erfindung

20 - Aufgabe

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Abfahren und gleichzeitigen Inertisieren von Biogasanlagen zu entwickeln, bei dem die Bildung explosibler Gasgemische verhindert, der Faulschlamm nicht vergiftet wird und seine
25 Aktivität für eine schnelle Wiederinbetriebnahme der Biogasanlage weitgehend erhalten bleibt.

30 - Merkmale

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, indem Luft direkt in den anaerob behandelten Faulschlamm eingeblasen, darin dispergiert und großräumig verteilt wird, so daß damit eine lange Aufenthaltszeit der Luftblasen im
35 Faulschlamm gewährleistet ist. Durch die Empfindlichkeit der Methanbakterien gegenüber dem in der Luft enthaltenen Sauerstoff wird die Methanproduktion reduziert bzw. unterbunden. Gleichzeitig wird durch die, im Faulschlamm enthal-

tenen aeroben Mikroorganismen, ein Teil Sauerstoff veratmet (aufgezehrt). Das für die Sauerstofflöslichkeit erforderliche Partialdruckgefälle im Faulschlamm wird damit aufrechterhalten. Das gebildete Kohlendioxid gelangt zusammen mit dem verbleibenden Stickstoff in den Gasraum des Biogasreaktors. Der Sauerstoffpartialdruck im so gebildeten Gasgemisch steigt dadurch an.

Die Lufteinblasung in den Faulschlamm geschieht derart, daß die maximale Konzentration des Sauerstoffes im aus Luft und Biogas gebildeten Gasgemisch 6 % nicht übersteigt. Damit ist ein genügender Sicherheitsabstand zum Explosionsbereich gegeben.

Die Lufteinblasung erfolgt über den Druck- oder Saugstutzen einer an den Biogasreaktor angeschlossenen Umwälzpumpe.

Die dadurch erzeugte Gas-Flüssigkeits-Mischung wird vorzugsweise in Bodennähe des Biogasreaktors mit hoher Geschwindigkeit eingetragen, wodurch die Dispergierung der Gasblasen sowie die großräumige Durchmischung des Reaktorinhaltes ermöglicht wird.

Es ist aber auch möglich, die Luft in die Druckleitung der Umwälzgasleitung eines an den Biogasreaktor angeschlossenen Gebläses einzuleiten, wenn eine Homogenisierung des Reaktorinhaltes durch Umwälzung von Biogas erfolgt.

In diesem Fall tritt aber durch eine verminderte Dispergierung des Gas-Luft-Gemisches im Faulschlamm eine Verzögerung des Inertisierungsvorganges ein. Die Umwälzfahrweise des Biogases zwischen dem Biogasreaktor und ihm nachgeschalteten Rohrleitungen und Apparaten ermöglicht, daß diese nachgeschalteten Einrichtungen gleichzeitig mit inertisiert werden.

Vorteilhaft läßt sich das Verfahren zum Abfahren und Inertisieren beschleunigen, wenn vor dem Einblasen der Luft der anaerob behandelte Faulschlamm mit frischem Substrat, das aerobe Mikroorganismen enthält, beimpft wird.

Das Substrat kann dabei obligat aerobe Mikroorganismen enthalten, was bei Gülle der Fall ist. Das Substrat kann

aber auch fakultativ aerobe Mikroorganismen, oder auch eine Kombination beider enthalten.

Durch die aerob lebenden Mikroorganismen wird die bereits vorstehend beschriebene Sauerstoffauszehrung beschleunigt.

5 Besonders zweckmäßig ist es, diese Zugabe mit kaltem Substrat durchzuführen, dergestalt, daß der Faulschlamm eine Temperaturabsenkung von mindestens 2 K erfährt. Dieser Temperaturschock bewirkt einen sofortigen Rückgang der Biogasproduktion.

10 Steht allerdings nicht genügend kaltes Substrat zur Dosierung zur Verfügung kann auch darauf verzichtet werden.

Folgende positiven Wirkungen werden mit dem erfindungsgemäßen Verfahren erzielt:

15 Durch den Lufteintrag erfolgt zunächst eine Vermischung der Luft mit dem methanhaltigen Biogas, wodurch der Partialdruck des Sauerstoffs in diesem Gasgemisch ansteigt. Im Faulschlamm wird gleichzeitig Sauerstoff entsprechend dem Partialdruck gelöst. Durch die Empfindlichkeit der methanproduzierenden Bakterien gegenüber Sauerstoff kommt
20 der Biogasbildungsprozeß allmählich zum Erliegen, so daß der Methangehalt im Gasgemisch langsam sinkt.

Bei einem Methangehalt von kleiner 2 Volumen-% ist der Inertisierungsvorgang beendet. Der Biogasreaktor kann ohne Gefahr geöffnet werden. Das wird dadurch erreicht, daß
25 mittels aerober bzw. fakultativ aerober Mikroorganismen der Sauerstoff aus den Luftblasen zu einem Teil ausgezehrt wird und Kohlendioxid dabei als Reaktionsprodukt entsteht. Dadurch ist es möglich den Abfahrprozeß außerhalb des Explosionsbereiches durchzuführen.

30 Als überraschende Wirkung ist anzusehen, daß in die Biogasanlage, die neben dem Faulschlamm brennbares Biogas enthält, noch zusätzlich Luft eingeblasen wird und damit trotzdem ein explosionsssicheres, inertisiertes Abfahren ermöglicht wird.

Der besondere Vorteil der Erfindung besteht auch darin, daß der Faulschlamm infolge seiner Sauerstoffbehandlung

seine Aktivität nicht verloren hat. Die Biogasproduktion ist nur vorübergehend unterbrochen. Nach erneuter Schaffung eines anaeroben Milieus setzt die Biogasproduktion wieder ein.

Ausführungsbeispiel

- 5 Die Erfindung wird nachstehend anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert.
- In einem Biogasreaktor befinden sich 480 m^3 Faulschlamm aus Gülle von Schweinestall-Anlagen. Der Faulschlamm besitzt einen Trockensubstanzanteil von 6 bis 7 %.
- 10 Soll die Behandlung der Gülle abgebrochen und der Biogasreaktor geöffnet werden, wird zunächst mindestens 70 m^3 kalte, unbehandelte Gülle, die in jedem Fall ausreichend aerobe Mikroorganismen enthält, zugegeben.
- Dadurch wird eine Temperaturabsenkung von mindestens 2 K
- 15 erreicht, die einen Rückgang der Biogasproduktion von ca. 20 bis 25 % zur Folge hat.
- Anschließend bläst man $30 \text{ m}^3/\text{h}$ Luft in die Saug- oder Druckleitung einer an den Reaktor angeschlossenen Umwälzpumpe. Die Leitung endet mit einer Düse am Boden des Reaktors, in
- 20 der eine Austrittsgeschwindigkeit von ca. 10 m/s erreicht wird. Die Luftmenge wird nach 4 bis 6 Stunden auf ca. $120 \text{ m}^3/\text{h}$ erhöht. Das Einblasen der Luftmenge erfolgt so, daß die Sauerstoffkonzentration im entstehenden Biogas-Luftgemisch kleiner als 6 Vol.-% bleibt. Damit ist ein genügender
- 25 Sicherheitsabstand zum Explosionsbereich gegeben, der für Methan-Stickstoff-Gemische bei minimal 12 % liegt. Diese Art der Luftzufuhr gewährleistet, daß die Blasen dispergiert und großräumig im Faulschlamm verteilt werden. Damit wird eine lange Aufenthaltszeit der Luftblasen beim Auf-
- 30 steigen im Faulschlamm erreicht und es kommt zu einer weitgehenden Lösung des Sauerstoffs im Faulschlamm. Das Aufbrauchen des Sauerstoffs durch die aerob lebenden Mikroorganismen hält das für die Sauerstofflöslichkeit erforderliche Partialdruckgefälle im Faulschlamm aufrecht. Die

Steigerung der Luftmenge führt zu einer Anhebung des Sauerstoffpartialdruckes und einer Inaktivierung der gegenüber Sauerstoff empfindlichen methanbildenden Bakterien, so daß der Methangehalt weiter sinkt.

- 5 Dabei geschieht eine ständige Kontrolle des Methan- und Sauerstoffgehaltes. Die erforderliche Luftmengenregelung erfolgt entsprechend der Sauerstoffkonzentration im Biogas-Luft-gemisch von Hand.

10 Bei einem Methangehalt des Gases von kleiner 2 Vol.-% wird der Inertisierungsvorgang abgebrochen. Dies geschieht etwa nach 10 bis 15 h.

Nun kann der Reaktor gefahrlos geöffnet werden. Es erfolgt aber eine weitere Belüftung, um die Ansammlung explosibler Gemische, infolge erneuter Methanbildung, zu verhindern.

- 15 Der Vorteil dieser Lösung besteht darin, daß das Abfahren der Biogasanlagen bei gleichzeitiger Inertisierung ohne die Bereitstellung von Inertgas erfolgt, dabei explosions-sicher gearbeitet und ein nur geringer apparativer Aufwand benötigt wird.

20 Durch diese Behandlung wird der Faulschlamm nicht vergiftet. Seine Aktivität bleibt weitgehend erhalten.

Patentanspruch

1. Verfahren zum Abfahren und Inertisieren von Biogasanlagen in denen Gülle- und Abwasserschlämme anaerob aufgearbeitet werden und durch Zufuhr von Gasen die Bildung explosibler Gasgemische vermieden wird, gekennzeichnet dadurch, daß Luft direkt, derart in den aerobe Mikroorganismen enthaltenden Faulschlamm eingeblasen wird, daß das gebildete Gasgemisch eine maximale Sauerstoffkonzentration von $< 6 \%$ aufweist und die eingeblasene Luft im Faulschlamm dispergiert und großräumig verteilt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, gekennzeichnet dadurch, daß vor dem Einblasen von Luft, frisches, obligat und/oder fakultativ aerob mikroorganismenhaltiges Substrat dem Faulschlamm zugeführt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, gekennzeichnet dadurch, daß kaltes Substrat dem Faulschlamm, bis zu einer Temperaturabsenkung um mindestens 2 K, zugeführt wird.