

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 675 161**

51 Int. Cl.:

C12M 1/107 (2006.01)

C12M 1/16 (2006.01)

C12M 1/34 (2006.01)

C12M 1/36 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **15.10.2013 PCT/EP2013/071542**

87 Fecha y número de publicación internacional: **24.04.2014 WO14060423**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.10.2013 E 13776518 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.06.2018 EP 2925852**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para la producción de biogás**

30 Prioridad:

15.10.2012 DE 102012109822

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

09.07.2018

73 Titular/es:

**RENERGON INTERNATIONAL AG (100.0%)
Kreuzlingerstrasse 5
8574 Lengwil, CH**

72 Inventor/es:

**RESTLE, KARL-HEINZ y
ZAK, MANUEL**

74 Agente/Representante:

TEMIÑO CENICEROS, Ignacio

ES 2 675 161 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Procedimiento y dispositivo para la producción de biogás

5 Campo técnico

La presente invención se refiere a un procedimiento y un dispositivo para la producción de biogás de sólidos orgánicos, preferentemente de biomasa apilable.

10 Estado de la técnica

Es conocido hacer fermentar sólidos orgánicos y, en particular, biomasa apilable en llamados fermentadores de sólidos, para obtener biogás a partir de los mismos. El biogás se usa a continuación habitualmente para la generación de calor y/o mediante plantas de cogeneración para la generación acoplada de corriente y calor.

15 Después de una depuración, el biogás también puede comercializarse como biometano y puede alimentarse por ejemplo a la red de gas natural o usarse para el funcionamiento de vehículos.

En la fermentación conocida de sólidos, se introducen los sólidos orgánicos en un fermentador de sólidos y se solicitan periódicamente con una corriente de percolado. El percolado que ha hecho correr por el lecho de sólidos
20 formado por la biomasa apilable se acumula habitualmente en el fondo del fermentador de sólidos, se conduce en un circuito y se hace correr a continuación nuevamente por la biomasa apilable en el fermentador de sólidos correspondiente o en otro. La corriente de percolado se aplica desde el techo del fermentador de sólidos en la biomasa, para iniciar el proceso de fermentación y mantenerlo posteriormente en marcha.

25 El fermentador de sólidos está realizado habitualmente a modo de garaje y presenta paredes, techo y fondo estancos a gas, que en muchos casos están fundidos de hormigón, así como una puerta estanca a gas. De este modo es posible una fermentación anaeróbica de la biomasa. El biogás se retira habitualmente mediante dispositivos de tuberías correspondientes de los fermentadores de sólidos. A través de la puerta, el fermentador de sólidos puede cargarse con los sólidos orgánicos.

30 Después de haber terminado el proceso de fermentación de una carga de un fermentador de sólidos con sólidos orgánicos, es decir, aproximadamente después de 4 - 5 semanas, el resto de fermentación se descarga a través de la puerta del fermentador de sólidos correspondiente.

35 En los procedimientos conocidos, los sólidos orgánicos se fermentan en un medio anaeróbico en el fermentador de sólidos, alimentándose los microorganismos correspondientemente necesarios, entre otras cosas mediante el percolado que se hace correr por los mismos. Los sólidos orgánicos son correspondientemente "inoculados" por el percolado. A continuación, se hacen fermentar los sólidos orgánicos en el fermentador de sólidos formando biogás.

40 El proceso de fermentación puede dividirse en las siguientes cuatro etapas: en la primera etapa, la hidrólisis, se desintegran las biomoléculas existentes en la biomasa orgánica mediante reacción con agua en fragmentos, liberándose hidrógeno y CO₂. En la segunda etapa, la acidogénesis, los fragmentos formados en la hidrólisis se hacen reaccionar para obtener, por un lado, ácidos grasos y/o ácidos carboxílicos de bajo peso molecular, como p.ej. ácido butírico o ácido propiónico y, por otro lado, alcoholes de bajo peso molecular, como p.ej. etanol. En la

45 tercera etapa, la acetogénesis, se hacen reaccionar los ácidos grasos y/o los ácidos carboxílicos de bajo peso molecular formados durante la hidrólisis y la acidogénesis, así como los alcoholes de bajo peso molecular mediante microorganismos acetogénicos para obtener en primer lugar ácido acético o la sal disuelta del mismo, el acetato. En la cuarta etapa, la metanogénesis, se hace reaccionar, por un lado, el ácido acético mediante formadores de metano que disocian ácido acético para obtener metano y dióxido de carbono y, por otro lado, se forma metano a partir de

50 hidrógeno y CO₂ por otro grupo de formadores de metano. El biogás que se produce en este proceso está formado en gran parte por metano. Correspondientemente, se trata de un gas rico en energía, que se forma en las condiciones anóxicas por fermentación a partir de los sólidos orgánicos.

Por el documento DE 10 2005 029 306 B4 se conoce un procedimiento para hacer funcionar una instalación de un
55 fermentador de sólidos así como un dispositivo para ello. Según la enseñanza de este documento, la corriente de percolado para cada fermentador de sólidos previsto se controla de tal modo que el ácido que se genera en los fermentadores de sólidos se descarga con la corriente de percolado hasta tal punto que no se produce ninguna acidificación de la biomasa almacenada en el fermentador de sólidos, presentando la corriente de percolado al mismo tiempo una carga tal de microorganismos que puede usarse para iniciar la fermentación en un fermentador de

sólidos nuevamente preparado. Se retira biogás tanto de los fermentadores de sólidos activos como de un fermentador de regeneración que trabaja de forma continua para el percolado y que sirve de depósito de percolado.

5 Por el documento WO 02/06439 A2 se conoce un biorreactor para la metanización de biomasa y una instalación de biogás para producir energía térmica, eléctrica o mecánica a partir de biomasa con un biorreactor correspondiente. En esta solicitud está descrito que los jugos de filtración que salen de los reactores de biogás realizados como fermentadores de caja se miden para determinar su valor de pH, su contenido de sustancias nutritivas y otros parámetros importantes. A continuación, se añaden aditivos a los jugos de filtración y los jugos de filtración así procesados se usan como percolado.

10 Por el documento EP 2 270 127 A2 se conoce un biorreactor para la metanización de biomasa con una gran parte de sólidos. En este documento está descrito que se retienen jugos de filtración en un depósito de fermentación del biorreactor hasta un nivel determinado de líquido. Este nivel de líquido puede ajustarse o regularse para maximizar la tasa de producción de biogás o el rendimiento de biogás.

15 Descripción de la invención

Partiendo del estado de la técnica conocido, un objetivo de la presente invención es optimizar más el rendimiento de gas en un fermentador de sólidos, para poder aprovechar de forma óptima las capacidades de la instalación y la biomasa que está fermentando.

20 Este objetivo se consigue mediante un procedimiento para la producción de biogás en un fermentador de sólidos con las características de la reivindicación 1. En las reivindicaciones subordinadas se indican variantes ventajosas.

25 Correspondientemente, se propone un procedimiento para la producción de biogás en un fermentador de sólidos, en el que una biomasa apilable puede ser atravesada por una corriente de percolado, para producir biogás en un proceso de fermentación. Según la invención, el proceso de fermentación se regula sobre la base de la calidad del biogás producido.

30 Puesto que el proceso de fermentación se regula sobre la base de la calidad del biogás producido, puede optimizarse el rendimiento de biogás utilizable. A diferencia de los controles conocidos por el estado de la técnica, que controlan los parámetros de servicio de un fermentador de sólidos con ayuda de patrones predeterminados, en gran medida rígidos, mediante la regulación propuesta y el mecanismo de realimentación que va unido a ello puede conseguirse que en cada momento dado o en cada período de tiempo dado el fermentador de sólidos funcione en un intervalo optimizado.

35 Mediante una regulación de la calidad del biogás producida, por ejemplo, respecto a una parte predeterminada de gas de metano, puede conseguirse durante un período largo un rendimiento constante de gas de metano, simplificándose así la utilización posterior. Se simplifica por ejemplo la combustión en una planta de cogeneración montada a continuación, cuando hay una parte de gas de metano constante en el biogás alimentado.

40 En la fase de arranque de un fermentador de sólidos, por ejemplo, directamente después del cierre de la puerta estanca a gas, mediante la regulación puede conseguirse un rápido comienzo del proceso de fermentación, puesto que se usa la calidad del biogás retirado como magnitud de regulación. Correspondientemente, en la fase de arranque del proceso de fermentación los parámetros de servicio del fermentador de sólidos pueden regularse de tal modo que el biogás retirado sigue una evolución predeterminada de calidad. De este modo, también en la fase de arranque del proceso de fermentación pueden tenerse directamente en cuenta las diferentes cargas del fermentador de sólidos, sin que deba conocerse necesariamente la composición específica de la carga. Por el contrario, el proceso de fermentación se hace funcionar por la variación de los parámetros de servicio en un intervalo optimizado de tal modo que el biogás retirado sigue una evolución teórica predeterminada de la magnitud de regulación.

45 De este modo se usa como magnitud de regulación la calidad del biogás, es decir, por ejemplo, el volumen de biogás producido o el caudal de biogás, el contenido de gas de metano y/o el contenido de gas residual y la magnitud de regulación teórica se regula mediante una magnitud piloto a lo largo de la evolución dinámica óptima del proceso de fermentación.

50 La magnitud piloto puede estar predeterminada para un fermentador de sólidos determinado, o puede formarse sobre la base de otros parámetros, como por ejemplo la composición de la biomasa introducida respectivamente en el fermentador de sólidos, el tiempo de permanencia hasta el momento, la cantidad de biomasa introducida y/o el

estado de fermentación actual, para realizar aquí otra optimización del proceso de fermentación.

De este modo puede conseguirse además en combinación con otros fermentadores de sólidos de una instalación de biogás una calidad constante del biogás, puesto que los diferentes fermentadores de sólidos siguen una evolución
5 predeterminada en la calidad del biogás, pudiendo presentar correspondientemente el biogás mezclado de todos los fermentadores de sólidos activos siempre una calidad constante a lo largo del tiempo.

Aquí hay que tener en cuenta que la biomasa apilable que puede introducirse en un fermentador de sólidos varía habitualmente de carga a carga respecto a su composición, su porosidad, su contenido de energía, su parte de
10 fibras, así como su contenido de humedad. Por los patrones de control en gran medida rígidos del estado de la técnica, estas circunstancias diferentes no pueden tenerse en cuenta. Gracias a la regulación propuesta, que usa la calidad del gas como magnitud de regulación, puede optimizarse, no obstante, el rendimiento de gas independientemente de la carga correspondiente del fermentador de sólidos.

15 Además, la fermentación de biomasa apilable en un fermentador de sólidos es un proceso biológico, que no es completamente predecible, y que correspondientemente no puede aprovecharse de forma óptima mediante un patrón de control rígido. Gracias a la regulación propuesta, también pueden tenerse en cuenta estas desviaciones en el proceso de fermentación, que pueden diferir de fermentador de sólidos a fermentador de sólidos en una
20 instalación de biogás, y que pueden variar además de carga a carga, consiguiéndose a pesar de ello siempre un proceso de fermentación optimizado.

Además, también puede variar la composición del percolado, que está previsto para el corrimiento por la biomasa apilable en el fermentador de sólidos, por ejemplo, respecto a su carga con microorganismos, que conduce finalmente a la formación de los biofilms en la biomasa que generan el biogás.
25

Por calidad del biogás producido se entiende el volumen de biogás producido, el caudal de biogás producido, el contenido de gas de metano y/o la parte de gas residual en el biogás producido. También pueden usarse otros parámetros en el biogás producido como magnitud de regulación para la regulación del proceso de fermentación en el fermentador de sólidos, por ejemplo, la variación del caudal de biogás o del contenido de gas de metano.
30

La regulación del proceso de fermentación se realiza regulándose el fermentador de sólidos mediante la regulación de al menos un parámetro de servicio del fermentador de sólidos. Aquí, diferentes parámetros de servicio son directamente accesibles, como la temperatura en el fermentador de sólidos, que puede regularse mediante la temperatura del percolado, la frecuencia de percolación, la duración de la percolación, el volumen de percolado que
35 se aplica en cada proceso de percolación, la temperatura del percolado, el valor de pH del percolado y/o otros parámetros directamente accesibles, que pueden usarse como magnitudes de ajuste en la regulación propuesta.

En otra realización preferible del procedimiento, el tiempo de permanencia de la biomasa apilable en el fermentador de sólidos también se regula sobre la base de la calidad del biogás producido. Dicho de otro modo, el momento de
40 apertura del fermentador de sólidos se regula sobre la base de la calidad del biogás producido, de modo que para diferentes fermentadores de sólidos en una instalación de biogás pueden conseguirse diferentes tiempos de permanencia de la biomasa apilable correspondiente.

En una variante especialmente preferible, se tiene en cuenta la composición, la cantidad, el tiempo de permanencia hasta el momento y/o el estado de fermentación de la biomasa recibida en el fermentador de sólidos en la regulación correspondiente. Preferentemente se determina la magnitud de regulación teórica o la magnitud piloto para el seguimiento dinámico de la magnitud de regulación teórica teniéndose en cuenta dichos parámetros.
45

La regulación del proceso de fermentación correspondiente sobre la base de la calidad del biogás producido tiene lugar por separado para cada fermentador de sólidos individual de una instalación de biogás.
50 Correspondientemente, puede ser completamente diferente la evolución de una fermentación correspondiente en el interior de un fermentador de sólidos para dos fermentadores de sólidos en una instalación de biogás, en función de la mezcla de biomasa con la que se han cargado los fermentadores de sólidos correspondientes y de los otros parámetros externos que influyen en el proceso de fermentación correspondiente. Las dos evoluciones diferentes de la fermentación en los fermentadores de sólidos correspondientes conducen, no obstante, en los dos casos a una
55 optimización del rendimiento de biogás y, en particular, a una optimización del rendimiento de metano en el proceso de fermentación correspondiente, de modo que tras terminar el proceso de fermentación se ha alcanzado la mejor producción de biogás posible.

La percolación se regula de forma especialmente preferible sobre la base de la calidad del biogás, preferentemente mediante la regulación de la duración de la percolación, la cantidad de percolado aplicado por proceso de percolación y/o la frecuencia de percolación.

5 En otra configuración preferible del procedimiento se regulan al menos dos fermentadores de sólidos al mismo tiempo sobre la base de la calidad de la corriente de gas mezclada de todas las corrientes de biogás. De este modo puede regularse el rendimiento de biogás expulsado de una instalación de biogás respecto a la calidad del biogás, para conseguir a partir de la interacción de los fermentadores de sólidos individuales una calidad constante del biogás.

10

El objetivo arriba planteado se consigue además mediante un procedimiento para la producción de biogás en un fermentador de sólidos, en el que se solicita biomasa apilable con percolado, para producir biogás en un proceso de fermentación, con las características de la reivindicación 7. Según la invención, la solicitud de la biomasa con percolado se regula sobre la base de la calidad del biogás producido. La duración de la percolación, la cantidad de percolado aplicado y/o la frecuencia de percolación se regulan sobre la base de la calidad del biogás producido, preferentemente con ayuda del volumen de biogás producido, del caudal de biogás producido, del contenido de metano y/o del contenido de gas residual.

15

Además, se propone un dispositivo para la producción de biogás, que comprende al menos un fermentador de sólidos para la recepción de biomasa apilable, pudiendo ser atravesada la biomasa apilable por una corriente de percolado para producir biogás en un proceso de fermentación, con las características de la reivindicación 8. Según la invención está prevista una regulación para la regulación del proceso de fermentación sobre la base de la calidad del biogás producido.

20

Preferentemente está previsto un sensor para determinar la calidad del biogás retirado de un fermentador de sólidos y la regulación regula la percolación del fermentador de sólidos.

25

La regulación actúa sobre la temperatura de calefacción del percolado, la duración de la percolación, la frecuencia de percolación, la cantidad de percolado aplicado y/o los valores de pH del percolado como magnitud de ajuste.

30

Breve descripción de las Figuras

Otras formas de realización y aspectos preferibles de la presente invención se explicarán más detalladamente con ayuda de la descripción de las Figuras expuesta a continuación.

35

La Figura 1 muestra una representación esquemática de un dispositivo para la producción de biogás mediante el procedimiento descrito;

la Figura 2 muestra una representación esquemática del circuito de regulación en una instalación de biogás; y

la Figura 3 muestra una representación esquemática de la evolución de la producción de biogás en un fermentador de sólidos.

40

Detallada descripción de ejemplos de realización preferidos

A continuación, se describirán unos ejemplos de realización preferibles con ayuda de las Figuras. Los elementos iguales, similares o que funcionen de la misma manera se designan en las diferentes Figuras con signos de referencia idénticos y se renuncia en parte a una descripción repetida de estos elementos para evitar redundancias en la descripción.

45

En la Figura 1 se muestra una instalación de biogás 1 para realizar el procedimiento para la producción de biogás.

50

En la instalación de biogás 1 están previstos a título de ejemplo un primer fermentador de sólidos 20 y un segundo fermentador de sólidos 22, en los que puede recibirse respectivamente biomasa apilable para la fermentación. Habitualmente, en una instalación de biogás 1 está previsto un número relativamente grande de fermentadores de sólidos, por ejemplo 5 a 12. Los fermentadores de sólidos 20, 22 tienen una estructura conocida y presentan en particular paredes, fondos y techos estancos a gas, así como una puerta que cierra de forma estanca a gas, a través de la cual se alimentan sólidos orgánicos al fermentador de sólidos 20, 22 correspondiente y a través de la cual vuelve a evacuarse el resto de fermentación tras terminar el proceso de fermentación.

55

Además, está previsto un depósito de percolado 3, en el que puede recibirse percolado y que sirve

correspondientemente como almacén de percolado. El percolado se aplica en la biomasa mediante toberas de percolado 44, 46 dispuestas en los fermentadores de sólidos.

Desde el depósito de percolado 3, el percolado se conduce mediante la tubería de percolado 42 de tal modo a los fermentadores de sólidos 20, 22 correspondientes que puede alimentarse mediante las toberas de percolado 44, 46 previstas en el techo de los fermentadores de sólidos 20, 22 por corrimiento a los sólidos orgánicos, que están dispuestos en el interior de los fermentadores de sólidos 20, 22. El percolado se acumula en el fondo de los fermentadores de sólidos 20, 22, después de haber pasado por los sólidos orgánicos. Por lo tanto, en la zona del fondo de los fermentadores de sólidos 20, 22 están previstas tuberías de percolado 40 correspondientes, que están conectadas con el depósito de percolado 3, de modo que el percolado acumulado en el fondo de los fermentadores de sólidos 20, 22 correspondientes puede hacerse retornar a través de la tubería de percolado 40 al depósito de percolado 3.

Correspondientemente queda realizado un circuito de percolado, alimentándose el percolado desde el depósito de percolado 3 mediante la tubería de percolado 42 y las toberas de percolado 44, 46 por corrimiento a los fermentadores de sólidos 20, 22 y recogiendo tras haber pasado por los sólidos orgánicos en el fondo de los fermentadores de sólidos 20, 22 y volviendo a alimentarse mediante la tubería de percolado 40 al depósito de percolado 3.

Además, están previstas tuberías de biogás 50 y 52, mediante las que puede retirarse el biogás producido en los fermentadores de sólidos 20, 22. Adicionalmente está prevista una tubería de biogás 53, mediante la que puede evacuarse el biogás que se produce en el depósito de percolado 3.

Un volumen de percolado adicional se produce por ejemplo en el proceso de fermentación porque en la fermentación se produce agua. Además, se introducen mediante sólidos orgánicos húmedos volúmenes adicionales en el circuito de percolado.

El biogás evacuado a través de las tuberías de biogás 50, 52, 53 se transforma o bien directamente en una planta de cogeneración en corriente y calor o se depura y se comercializa correspondientemente como biometano.

Las propiedades químicas, físicas y/o biológicas del percolado en el depósito de percolado 3 se miden mediante un sensor 7 correspondiente. El sensor 7 puede medir por ejemplo el valor de pH, la temperatura, el valor de FOS/TAC y otros parámetros esenciales para la fermentación.

En la representación esquemática de la Figura 1, en las tuberías de biogás 50, 52, que evacuan el biogás producido en los fermentadores de sólidos 20, 22 correspondientes, están previstos sensores 80, 82, que miden la calidad del biogás producido. Para ello se usan por un lado sensores de volumen, mediante los que puede determinarse la cantidad de biogás total producida en un fermentador de sólidos determinado o el caudal. Por otro lado, pueden usarse por ejemplo sensores 80, 82, mediante los que puede medirse la parte de gas de metano en el biogás producido, o puede determinarse una parte de gas residual.

Sobre la base de los valores de medición de la calidad del biogás puede regularse correspondientemente mediante una regulación 84 correspondiente, por ejemplo, la percolación de los fermentadores de sólidos 20, 22 correspondientes. Para ello, la regulación 84 puede mandar correspondientemente válvulas 48, 49 en las tuberías de percolado 42, de modo que mediante las toberas de percolado 44, 46 se aplica la cantidad de percolado predeterminada en la biomasa en el fermentador de sólidos 20, 22 correspondiente.

Como magnitud de regulación en la regulación se usa a continuación el valor de medición correspondiente del sensor 80, 82 y se compara con un valor teórico predeterminado de la magnitud de regulación. Mediante una adaptación correspondiente de uno o varios parámetros de servicio del fermentador de sólidos 20, 22, que sirven como magnitud de ajuste, la magnitud de regulación se regula para volver a pasar al valor teórico. Cuando se detecta, por ejemplo, una caída en la producción de biogás y/o en el contenido de gas de metano en un sensor 80, 82, se adapta correspondientemente la frecuencia de percolación, la duración de la percolación o la cantidad de percolado aplicado en el fermentador de sólidos correspondiente mediante las válvulas 48, 49 de tal modo que la producción de biogás vuelve a aumentar hasta el valor teórico predeterminado.

Puesto que el proceso de fermentación y, por lo tanto, el rendimiento de biogás pasa por diferentes fases, también el valor teórico de la magnitud de regulación debe adaptarse a lo largo del proceso de fermentación para conseguir una utilización óptima de las capacidades disponibles de la instalación y la biomasa usada. Correspondientemente, se

determina una magnitud piloto basada en el paso del tiempo y se determina preferentemente teniéndose en cuenta la composición de la biomasa. La magnitud piloto determina correspondientemente la evolución del valor teórico de la magnitud de regulación. El rendimiento de biogás aumenta, por ejemplo, en primer lugar, de forma lenta al principio del proceso de fermentación, lo que puede representarse mediante una evolución correspondiente de la magnitud piloto.

Al principio del proceso de fermentación, cuando hay que inocular en primer lugar la biomasa aún seca, puede conseguirse por ejemplo mediante una medición de la calidad de gas y una regulación que resulta de ello de la percolación un comportamiento de arranque optimizado del fermentador de sólidos 20, 22 correspondiente. De este modo puede ser razonable al principio del proceso de fermentación percolar en intervalos más cortos, con una cantidad de percolado correspondientemente adaptada, para conseguir una buena humectación de la biomasa recién introducida en el fermentador. Esta fase inicial de una percolación realizada en intervalos cortos puede regularse a la baja gracias al contenido de gas de metano que aumenta a continuación en el biogás producido a una percolación con intervalos más largos y una cantidad de percolado también correspondientemente adaptada. El momento en el que se produce esto para conseguir un rendimiento óptimo de biogás puede determinarse mediante la medición de la calidad del gas.

Se ha mostrado que la regulación del proceso de fermentación mediante la magnitud de regulación realmente interesante, es decir, el rendimiento de metano, hace que pueda prescindirse de una multitud de otros mecanismos de control.

La magnitud de control emitida por la regulación 84 en forma del cambio correspondiente de los parámetros de servicio del fermentador de sólidos 20, 22 conduce correspondientemente a una regulación de la calidad del gas. Una percolación de la biomasa apilable dispuesta en uno o en los dos de los fermentadores de sólidos 20, 22 se inicia a continuación correspondientemente durante un tiempo predeterminado, hasta que la magnitud de regulación, es decir, la calidad del biogás, vuelva a corresponder a la magnitud de regulación teórica, es decir, a la calidad del biogás deseada.

El retardo que resulta por la filtración del percolado pasando por los sólidos orgánicos, así como la acumulación del percolado en el fondo del fermentador de sólidos puede ser tenido en cuenta por la regulación 84.

En un perfeccionamiento o una variante, la calidad del biogás se determina mediante un sensor 86, que está dispuesto en un tramo de tubería en la que ya están mezcladas las corrientes de biogás de todos los fermentadores de sólidos 20, 22. Este sensor 86 mide correspondientemente la calidad del biogás, que sale finalmente de la instalación de biogás 1, por ejemplo para usarlo en una planta de cogeneración o que se alimenta a un tratamiento subsiguiente o un procesamiento para la alimentación a una red de gas. La regulación 84 puede usar correspondientemente también la calidad de todo el biogás producido como magnitud de regulación y puede usar los parámetros de servicio para los distintos fermentadores de sólidos 20, 22 como magnitudes de control de tal modo que se descargue una calidad del biogás lo más uniforme posible de la instalación de biogás 1. Para ello, la regulación 84 también tiene en cuenta los diferentes estados de fermentación en los fermentadores de sólidos 20, 22 individuales y predetermina correspondientemente la magnitud piloto para el fermentador de sólidos 20, 22 individual de tal modo que se consiga un rendimiento de gas óptimo consiguiéndose al mismo tiempo una calidad del gas uniforme.

En la Figura 2 se muestra nuevamente una representación esquemática del circuito de regulación. Los dos fermentadores de sólidos 20, 22 producen biogás cuya calidad se mide mediante los sensores 80, 82. Aquí se determinan en particular el volumen de biogás producido, el contenido de gas de metano, así como posiblemente el contenido de determinados gases residuales en la corriente de biogás. Los valores de medición obtenidos de este modo se alimentan a una regulación central 84. Mediante la regulación central 84 se regula a continuación la alimentación de percolado a través de válvulas 48, 49 a los fermentadores de sólidos 20, 22 correspondientes. Mediante la regulación 84 se regula por ejemplo la duración de la percolación, la frecuencia de percolación, así como la cantidad del percolado respectivamente aplicado en el lecho de sólidos dispuesto en los fermentadores de sólidos 20, 22 de forma individual para cada fermentador de sólidos.

La regulación 84 puede ser informada aquí adicionalmente con entradas de usuarios, que pueden realizarse por ejemplo mediante un teclado 74, acerca de determinadas particularidades de la carga de biomasa correspondiente en el fermentador de sólidos 20, 22 individual. Puede informarse por ejemplo acerca de una composición determinada del sustrato, por ejemplo, también una composición de sustrato individual, que requeriría posiblemente un comportamiento de regulación modificado. De este modo puede adaptarse de forma especialmente preferible la

evolución de la magnitud piloto.

Mediante una base de datos 76 pueden consultarse otros parámetros correspondientes, que pueden ser importantes para el proceso de fermentación individual correspondiente.

5

La percolación propiamente dicha se regula, no obstante, mediante la medición de la calidad del biogás producido.

10 La Figura 3 muestra una representación esquemática de la evolución típica de un proceso de fermentación de un fermentador de sólidos a lo largo del tiempo desde el momento de cierre t_0 del fermentador de sólidos después de la nueva carga con biomasa apilable, hasta el momento final t_E , en el que se termina el proceso de fermentación, puesto que se ha hecho reaccionar toda la biomasa. En la ordenada se indica la corriente de biogás producida. La evolución indicada con la línea continua corresponde a una evolución óptima de la corriente de biogás en un fermentador de sólidos. La evolución mostrada con la línea continua corresponde, por lo tanto, a la evolución del valor teórico de la magnitud de regulación o a la magnitud piloto en el procedimiento propuesto.

15

Las evoluciones representadas con línea de trazo interrumpido son desviaciones de la evolución teórica y se hacen volver al valor teórico mediante la regulación correspondiente de los parámetros de servicio correspondientes. En un control óptimo del procedimiento, la producción de biogás se regula correspondientemente con ayuda de la evolución del valor teórico.

20

En la medida que sea aplicable, todas las características individuales representadas en los diferentes ejemplos de realización pueden combinarse y/o intercambiarse sin abandonar el alcance de la invención.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la producción de biogás en un fermentador de sólidos (20, 22), en el que una biomasa apilable puede ser atravesada por una corriente de percolado, para producir biogás en un proceso de fermentación,
5 **caracterizado porque**
el proceso de fermentación se regula sobre la base de la calidad del biogás producido, regulándose el proceso de fermentación mediante la regulación de al menos un parámetro de servicio del fermentador de sólidos (20, 22),
10 regulándose como parámetros de servicio la temperatura en el fermentador de sólidos (20, 22) mediante la temperatura del percolado, la temperatura de calefacción del percolado, la duración de la percolación, la frecuencia de percolación, la cantidad de percolado aplicado y/o el valor de pH del percolado y sirviendo el parámetro de servicio como magnitud de regulación.
- 15 2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado porque** se determina el volumen de biogás, el caudal de biogás, el contenido de gas de metano y/o el contenido de gas residual del biogás producido y se regula el proceso de fermentación con ayuda del parámetro respectivamente determinado sirviendo el parámetro preferentemente como magnitud de regulación.
- 20 3. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el tiempo de permanencia de la biomasa apilable en el fermentador de sólidos (20, 22) se regula sobre la base de la calidad del biogás producido.
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** en la regulación
25 del proceso de fermentación se tiene en cuenta la composición, la cantidad, el tiempo de permanencia hasta el momento y/o el estado de fermentación de la biomasa recibida en el fermentador de sólidos (20, 22) y se determina preferentemente una magnitud piloto sobre esta base.
5. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** para cada
30 fermentador de sólidos (20, 22) en una instalación de biogás (1), la regulación del proceso de fermentación se realiza de forma separada e independiente de los otros fermentadores de sólidos (20, 22).
6. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** se regulan al
35 menos dos fermentadores de sólidos (20, 22) al mismo tiempo según la calidad de la corriente de gas mezclada de todas las corrientes de biogás.
7. Procedimiento para la producción de biogás en un fermentador de sólidos (20, 22), en el que una biomasa apilable se solicita con percolado para producir biogás en un proceso de fermentación,
caracterizado porque
40 la solicitud de la biomasa con percolado se regula sobre la base de la calidad del biogás producido, regulándose sobre la base de la calidad del biogás producido la duración de la percolación, la cantidad de percolado aplicado y/o la frecuencia de percolación.
8. Dispositivo (1) para la producción de biogás, que comprende al menos un fermentador de sólidos (20,
45 22) para la recepción de biomasa apilable, pudiendo ser atravesada la biomasa apilable por una corriente de percolado, para producir biogás en un proceso de fermentación,
caracterizado porque
está prevista una regulación (84) para la regulación del proceso de fermentación sobre la base de la calidad del biogás producido, actuando la regulación (84) sobre la temperatura en el fermentador de sólidos (20, 22) por medio
50 de la temperatura del percolado, la temperatura de calefacción del percolado, la duración de la percolación, la frecuencia de percolación, la cantidad de percolado aplicado y/o el valor de pH del percolado como magnitud de ajuste.
9. Dispositivo (1) según la reivindicación 8, **caracterizado porque** está previsto un sensor (80, 82) para
55 la determinación de la calidad del biogás retirado de un fermentador de sólidos (20, 22) y la regulación (84) regula la percolación del fermentador de sólidos (20, 22).

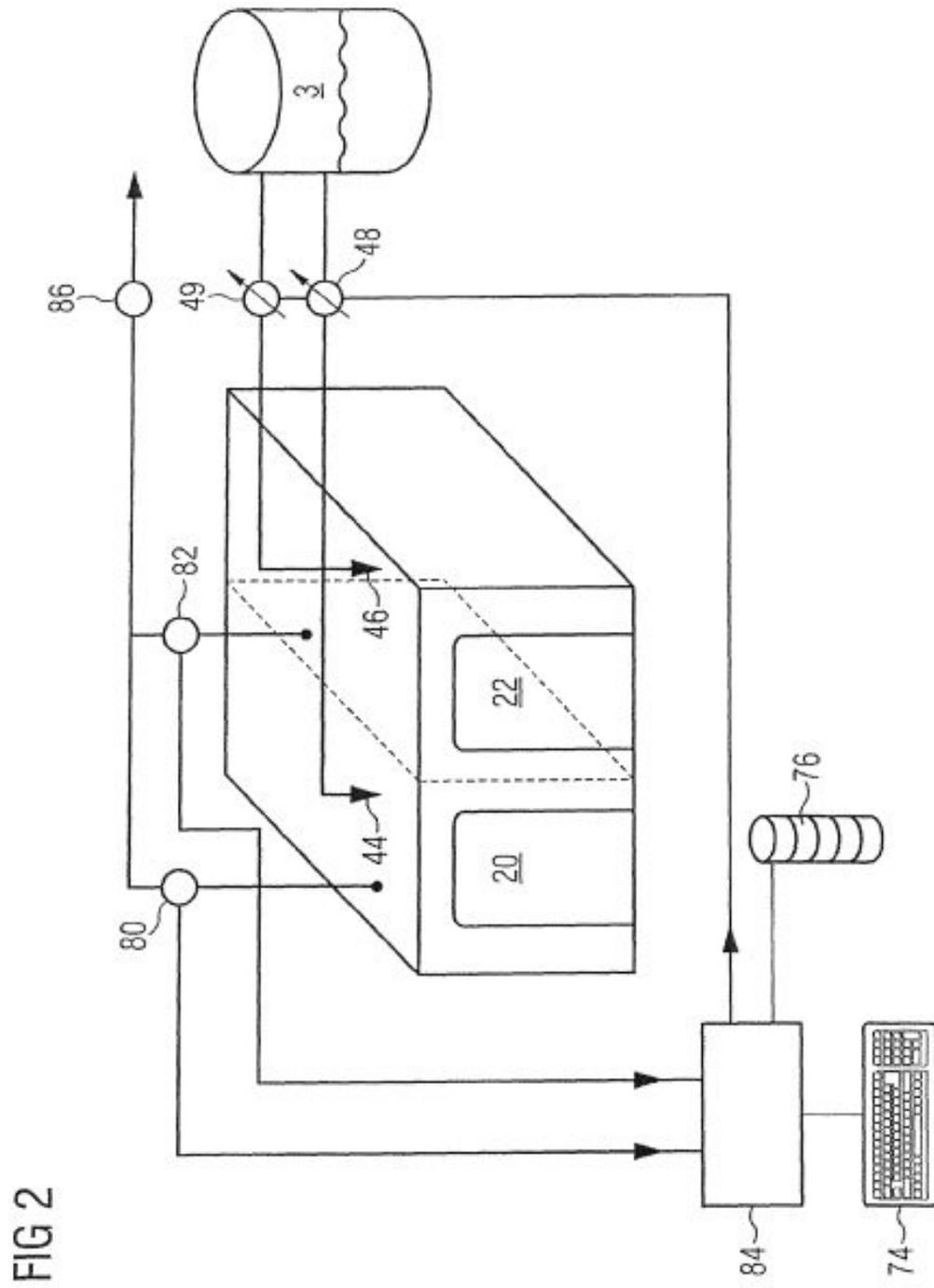


FIG 3

