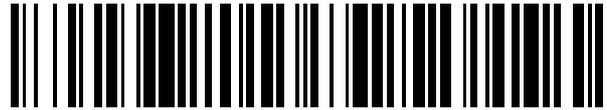


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 558 364**

51 Int. Cl.:

**C12M 1/107** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.07.2007 E 07786393 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.10.2015 EP 2167631**

54 Título: **Instalación de biogas y procedimiento para la producción de biogas a partir de materias primas renovables que contienen lignina**

30 Prioridad:

**27.06.2007 DE 102007029700**

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

**03.02.2016**

73 Titular/es:

**MEISSNER, JAN A. (100.0%)  
BERGSTRASSE 21 A  
8700 KUSNACHT-ZH, CH**

72 Inventor/es:

**FELDMANN, MICHAEL**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

**ES 2 558 364 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

Instalación de biogas y procedimiento para la producción de biogas a partir de materias primas renovables que contienen lignina

5 La invención se refiere a una instalación de biogas y en particular a una central eléctrica de biomasa para la producción de biogas de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1 y a un procedimiento para la producción de biogas a partir de materias primas renovables que contienen lignina.

10 Actualmente la paja no encuentra prácticamente ninguna aplicación en instalaciones de biogas como sustrato de fermentación; en instalaciones de biogas solamente se consiguen indirectamente pequeñas cantidades como entremezcla contenida en el estiércol sólido. En efecto, por motivos que se explican a continuación, existe un prejuicio técnico contra la utilización de paja como sustrato de fermentación.

15 Actualmente se emplean en Alemania más de 3.500 instalaciones de fermentación húmeda, frente a las sólo aproximadamente 20 instalaciones para la fermentación de sustancia sólida (fermentación en seco) de materias primas renovables. En las instalaciones de fermentación húmeda no se contempla ya, por lo tanto, una utilización de paja por que la sustancia de fermentación húmeda debe removerse con ruedas de palas bien hélices y en este caso la paja se arrollaría alrededor de las palas o hélices, respectivamente. Por lo tanto, en instalaciones de fermentación  
20 húmeda apenas se utiliza estiércol sólido que contiene paja, sino presumiblemente estiércol licuado. Si se cortase la paja para eludir este problema mecánico, la paja cortada flota y, por lo tanto, no se mezcla con el sustrato de fermentación húmedo. Además, en este caso, en general, obstruye los vertederos y rebosaderos, respectivamente, de los fermentadores húmedos. Ya por estos motivos no se contempla actualmente la paja como sustrato de fermentación para instalaciones de fermentación húmeda.

25 Las centrales eléctricas de biomasa existentes o bien las instalaciones de biomasa para la producción de biogas de acuerdo con el procedimiento de fermentación de sustancia sólida son típicamente instalaciones agrícolas con dos a seis fermentadores. De acuerdo con el informe final publicado sólo recientemente "Monitoring zur Wirkung des novellierten Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) auf die Entwicklung der Stromerzeugung aus Biomasse" que ha sido creado por encargo del Ministerio Federal de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza y Seguridad de los Reactores (BMU), la fermentación en seco no ha alcanzado todavía el estado de madurez del mercado. Las instalaciones que se encuentran en funcionamiento se consideran allí más bien como instalaciones de demostración (ver la página 52, figura 5-2 de dicho Informe Final).

35 En efecto, en principio sería posible utilizar paja como sustrato de fermentación en tales instalaciones de fermentación de sustancia sólida. Sin embargo, esto no se realiza actualmente, por que se supone, en general, que la producción de gas a partir de paja es pequeña.

40 En lugar de paja se utilizan en los procedimientos de fermentación de sustancia sólida conocidos residuos biológicos que predominan convencionalmente como estiércol sólido de vacas y cerdos y excrementos secos de aves. Además, se emplean principalmente NawaRos poco lignificados, como por ejemplo hierba recién recolectada, ensilados de hierba, plantas enteras cortadas de cereales y plantas enteras cortadas de maíz como heno, patatas y remolachas cortadas.

45 Puesto que las instalaciones de biogas conocidas actualmente con fermentación de sustancia sólida se encuentran típicamente en espacio agrícola, por ejemplo de una granja y solamente tienen un rendimiento relativamente pequeño, la necesidad de masa de fermentación está cubierta habitualmente por la existencia propia del agricultor y posiblemente de las explotaciones vecinas. Para instalaciones de fermentación de sustancia sólida mayores que las habituales hasta ahora, la adquisición de sustratos de fermentación adecuados en cantidad suficiente y en  
50 condiciones rentables representa, sin embargo, un problema.

El documento EP 0 286 100 A describe una fermentación anaerobia, en la que como sustancia de empleo se utilizan residuos brutos extremadamente heterogéneos, que contienen, entre otros, sustancias que contienen celulosa de lignina como papel y cartón, pero también sustancias no biodegradables como plásticos (láminas, bolsas de plástico, cuchillos, tenedores, etc.), objetos metálicos (cuchillos, tenedores, baterías, motores de limpiaparabrisas, láminas de aluminio, etc.), madera, cerámica y vidrio. Sin embargo, no se considera el empleo del sustrato de fermentación de paja.

60 El documento DE4308920 A1 describe un dispositivo para el tratamiento previo mejorado de residuos biológicos, en particular para la hidrólisis mejorada de las fracciones de residuos biológicos biodegradables con objeto de la reducción amplia del volumen y de la masa de las sustancias orgánicas. El objeto de aplicación de los dispositivos para el tratamiento de la basura no es la optimización de la producción de biogas o bien de metano, sino la reducción del volumen de basura de verter en el basurero. Tampoco aquí se indica el empleo de la sustancia de fermentación de paja.

65

El documento US2006/0275895 A1 describe una instalación de biogas que trabaja de acuerdo con el procedimiento de la fermentación húmeda, que está constituida por una cortadora de paja, un depósito de mezcla conectado delante del reactor de fermentación, un reactor de fermentación, un primer separador, un segundo separador y una unidad de hidrólisis conectada a continuación. Como sustancias de empleo se utilizan todos los sustratos de fermentación típicos como residuos orgánicos, lodo de clarificación, maíz, hierba, paja nativa, ensilados de plantas enteras de cereales, ensilados de maíz y abonos de granja (excrementos, orina, abono líquido, estiércol sólido que contiene paja).

El documento WO2004/016797 A1 describe un procedimiento y una instalación para la producción de biogas a partir de material orgánico. Éste está constituido por un molino estándar o bien molino de grano de cereales (dado el caso también por un molino sencillo para trituración de granulos de masas verdes), un depósito de mezcla con un mecanismo de agitación, un reactor de fermentación con un mecanismo de agitación, bombas y una unidad de control. Como sustancia de empleo puede servir cualquier tipo de masa verde así como residuos de matadero y abono líquido. Sin describir las diferentes propiedades específicas de las sustancias de empleo, esta solicitud entiende por masa verde todas las plantas, que utilizan para la producción de la masa vegetal el proceso natural de la fotosíntesis, como por ejemplo ensilados, paja, cereales, granzas, colza, remolacha azucarera, nabos, maíz, girasoles, col, patatas, molasa, guisantes, habas, lentejas, lino, lupino, pastos como alfalfa, hierba y trébol, césped, hierbas al borde de las carreteras, heno y hojas de árboles. Además, se pueden emplear como co-sustratos abono líquido y residuos de matadero.

La presente invención se basa en la idea de una instalación de biogas, en particular de una central eléctrica de biomasa y de un procedimiento para la producción de biogas, que solucionan el problema se adquirir y procesar sustratos de fermentación adecuados en cantidades suficientes, en particular para instalaciones mayores, que trabajan a escala industrial en condiciones rentables.

Estas ideas se realizan con una instalación de biogas con las características de la reivindicación 1 y con el procedimiento con las características de la reivindicación 22. Los desarrollos ventajosos se indican en las reivindicaciones dependientes.

De acuerdo con la invención, en la instalación de biogas están previstas instalaciones para la disgregación mecánica y térmica y, dado el caso, la disgregación química de paja. A través de la disgregación de la paja se puede conseguir, en contra de la opinión habitual, también con esta paja un rendimiento de gas considerable. De este modo se puede obtener la producción de biogas, en particular la producción de biogas de acuerdo con el procedimiento de fermentación de sustancia sólida para una nueva clase de materias primas renovables, puesto que la paja está disponible en grandes cantidades y se puede adquirir económicamente. La paja se puede utilizar como complemento de la masa fresca convencional, como por ejemplo ensilados de materia verde cortada, ensilados de plantas enteras de cereales, etc. y de esta manera se asegura la utilización incluso de una pluralidad de centrales eléctricas de biomasa grandes y muy grandes, por ejemplo con 20 o más fermentadores y con una potencia eléctrica respectiva de más de 5.000 kW en condiciones rentables.

Con preferencia, la instalación para la disgregación térmica de paja comprende una instalación para el tratamiento de vapor saturado. La instalación para el tratamiento de vapor saturado comprende con preferencia un depósito de presión y medios, que son adecuados para generar en el depósito de presión un vapor de agua, con una presión, que está entre 20 y 30 bares y con una temperatura que está entre 180°C y 250°C. Un tratamiento con vapor saturado tiene lugar a las presiones y temperaturas descritas, y dura típicamente de 5 a 15 minutos. La función del tratamiento con vapor saturado debe describirse en el ejemplo de paja de trigo.

La paja de trigo está constituida aproximadamente de 40 % de celulosa, 23 % de arabinosilano (hemicelulosa) y 21 % de lignina, adoptando todos los tres componentes principales una estructura empaquetada compacta. El impedimento esencial para la utilización bioquímica de la celulosa y de la hemicelulosa es la lignina indigestible para microorganismos, que bloquea a las bacterias el camino hacia la celulosa y hacia la hemicelulosa. Durante el tratamiento con vapor saturado se ablandan o bien se funden las estructuras de lignina, pero durante el periodo de tiempo de tratamiento relativamente corto no se desprenden de los tallos. Después del tratamiento con vapor saturado, se endurece de nuevo la lignina. Durante el endurecimiento de la lignina se forman, sin embargo, estructuras de lignina del tipo de gotitas huecas, que dejan espacios intermedios suficiente, a través de los cuales pueden llegar en primer lugar ácidos orgánicos acuosos y luego bacterias a la celulosa y al arabinosilano, que disuelven la fermentación anaerobia de cuatro fases conocida.

En el tratamiento con vapor saturado descrito aquí, la lignina se modifica presumiblemente en n estructura microscópica, pero no se desprende de los tallos de paja. En particular, la estructura de los tallos de paja se mantiene en este caso como tales. Esto representa una diferencia con respecto a la hidrólisis de presión térmica, que se realiza en condiciones en principio similares, pero durante periodos de tiempo más largos, y en la que tiene lugar una hidrólisis auténtica, es decir, una disgregación de sustancias previamente sólidas o bien secas en agua. A través de una hidrólisis de presión térmica se disgrega la estructura de los tales de paja y resulta una suspensión del tipo de jarabe.

En un desarrollo ventajoso, la instalación para la disgregación de paja comprende un depósito para el ablandamiento de la misma antes de tratamiento con vapor saturado, por ejemplo en agua. Cuando se somete la paja reblandecida a un tratamiento con vapor saturado, el agua producida se evapora de repente, con lo que se desgarran las estructuras de ligno-celulosa y la celulosa es todavía mejor accesible para las bacterias.

En una forma de realización ventajosa, está prevista una instalación para el desmenuzamiento mecánico de la paja, a través de la cual se puede disgregar la paja mecánicamente antes del tratamiento con vapor saturado, por ejemplo a través de cortadoras. Esto contribuye más a la disgregación de las estructuras de lignina y facilita la fermentación siguiente e.

De acuerdo con la invención, adicionalmente a la disgregación térmica, que se realiza con preferencia a través de tratamiento con vapor saturado, tiene lugar una disgregación mecánica de la paja a través de trituración, con preferencia en un molino de martillos. Esta forma de disgregación destruye mecánicamente las estructuras de lignina. No obstante, no es conveniente una trituración sola durante la utilización del procedimiento de fermentación de sustancia sólida, por que de lo contrario se formaría una pasta del tipo de masa, que adhiere la masa de fermentación e impide una percolación.

En el marco de la publicación, la paja puede estar presente en forma de balas, lo que facilita esencialmente su transporte y manipulación, como se explica en detalle más adelante. Puesto que la estructura por ejemplo de tallos de paja se mantiene durante el tratamiento con vapor saturado, las balas de paja mantienen también su forma durante el tratamiento con vapor saturado y se pueden transportar después de este tratamiento de una manera sencilla y eficiente. Una ventaja especial de las balas consiste, además, en que éstas se pueden apilar en la parte inferior en un fermentador de garaje, con lo que se puede incrementar la altura de llenado del fermentador. En principio, la altura de llenado del fermentador está limitada por que a partir de una cierta altura del sustrato en el fermentador la presión en su fondo llega a ser tan alta que el sustrato se compacta excesivamente, para dejar filtrar percolado. Las capas de balas de paja, que han sido introducidas en la parte más baja de un fermentador, son, sin embargo, mucho más estables a la presión que el sustrato de fermentación convencional. Incluso a alta presión, la capa de balas de paja es todavía permeable para percolado, de manera que la altura de llenado habitual en el fermentador se puede rellenar todavía sobre la capa de balas de paja. Los fermentadores se pueden construir, por lo tanto, más altos en la medida de la altura de la capa de balas de paja que lo habitual, lo que mantiene constante los costes técnicos específicos del fermentador (puerta, técnica de gas, instalación de sensores, trampillas y abertura, toberas de percolado, desagües, tuberías, bombas, etc.) y se eleva la eficiencia de la instalación de biomasa en su conjunto.

Para poder elevar la eficiencia de una fase de ablandamiento y/o de un tratamiento con vapor saturado de balas de paja, pueden estar previstos medios para la perforación de las balas. En este caso, los medios para la perforación son adecuados para perforar una baja desde dos lados, de tal manera que los agujeros que aparecen durante la perforación desde un lado y los agujeros que aparecen durante la perforación desde el otro lado están separados por puentes de material. A través de una perforación de este tipo de la bala, tanto el reblandecimiento de la bala como también un tratamiento siguiente con vapor saturado son más eficientes.

La instalación para el tratamiento con vapor saturado puede presentar al menos una lanza, sobre la que se puede lanzar una baja de paja, presentando la lanza un espacio hueco interior, en el que se puede introducir vapor de agua, y comprende una pluralidad de orificios, a través de los cuales puede salir el vapor de agua desde el espacio hueco. De esta manera, se puede introducir el vapor de agua caliente utilizado en el tratamiento con vapor saturado y que se encuentra a alta presión a través de la lanza dentro de la bala, con lo que se consigue que la atmósfera de vapor saturado llegue también al material en el interior de la bala en una medida excelente. En una versión más simplificada, en la que la atmósfera de vapor saturado ha sido introducida de manera evidente en el depósito de presión, puede aparecer el problema de que el aire presente en la bala es comprimido en una sección interior de la bala, pero no se mezcla íntimamente con rapidez con el vapor, de manera que el tratamiento con vapor saturado en esta sección interior de la bala se realiza menos eficazmente.

En el caso de que se utilice paja suelta, está previsto en el depósito de presión con preferencia un depósito permeable para vapor de agua para el almacenamiento del mismo. Además, están previstos con preferencia medios para el transporte del depósito permeable para vapor de agua dentro y fuera del depósito de presión, por ejemplo carriles o una vía de rodillos.

En un desarrollo especialmente ventajoso de la instalación de acuerdo con la invención, el depósito de presión tiene un orificio superior, a través del cual se puede cargar con paja suelta, y un orificio inferior, a través del cual puede salir la paja suelta desde el depósito permeable para vapor de agua. Como se explica en detalle a continuación con la ayuda de un ejemplo de realización, a través de una estructura de este tipo se puede realizar un tratamiento con vapor de agua "casi continuo", en el que la paja suelta se carga por lotes en el depósito, luego se cierre el depósito de presión para el tratamiento con vapor saturado, a continuación se deja caer el material suelto tratado a través del orificio inferior desde el depósito y finalmente se deja caer una carga siguiente a través del orificio superior en el depósito.

En un desarrollo ventajoso, la instalación para el tratamiento con vapor de agua puede comprender varios depósitos de presión, que están conectados entre sí por medio de tuberías. De esta manera se puede suministrar una pluralidad de depósitos de presión a través de una única fuente de vapor, por ejemplo un único depósito de vapor, lo que eleva esencialmente la eficiencia especialmente en centrales eléctricas grandes.

5 En un desarrollo ventajoso, la instalación para la disgregación de paja comprende un depósito para el ablandamiento de la misma en una solución de lejía y agua, una solución de ácido y agua, percolado o abono líquido. Este ablandamiento se puede realizar especialmente después del tratamiento con vapor saturado. A través de este ablandamiento se inicia una hidrólisis previa (débilmente aerobia), que tiene lugar antes de la introducción en el fermentador. A tal fin, se calienta la paja reblandecida después del ablandamiento y antes de la introducción en el fermentador con preferencia todavía a 30 a 50°C. Este calentamiento se puede combinar con el transporte de la paja desde la instalación para la disgregación hacia el fermentador, como se explica en detalle a continuación, A través de esta hidrólisis previa se acelera la fermentación bacteriana anaerobia siguiente en el fermentador.

15 Se observa que la estructura de la instalación de biomasa y el procedimiento para la producción de biogas con los procedimientos de disgregación descritos aquí no requiere la adición de levaduras, hongos o enzimas adicionales. En realidad, el material que contiene lignina se transfiere solo a la auto-hidrólisis y a la hidrólisis bacteriana. La utilización de bacterias en lugar de levaduras hongos o enzimas es esencialmente más rentable, puesto que los procesos químicos y bioquímicos se desarrollan más rápidamente en la hidrólisis bacteriana que en la enzimática. Además, frente al empleo de enzimas y/o ácidos se ahorran costes considerables para su creación y manipulación.

20 Un desarrollo importante de la invención consiste en la manera en que la etapa adicional del procedimiento de la disgregación de la paja es integrada en la zona de la instalación de biogas. La instalación para la disgregación de la paja merece la pena económicamente sobre todo cuando el rendimiento de la instalación o bien de la central eléctrica de biomasa es alto. Las centrales eléctricas de biomasa conocidas actualmente para la fermentación de sustancia sólida son, sin embargo, en oposición a ello la mayoría de las veces muy pequeñas y están limitadas al espacio agrícola. Disponen de dos a seis fermentadores más pequeños y alcanzan una potencia eléctrica efectiva de sólo 100 a 700 kW. Esto se debe, por una parte, a que se considera, en general, que la fermentación en seco no está todavía madura para el mercado, pero, por otra parte, también a la bonificación mínima escalonada de la EEG para corriente alimentada desde instalaciones-NawaRo que, en el caso de que se exceda un límite de 500 kW, se reduce hasta el 15 %. Además, en contra de un diseño mayor de instalaciones de biomasa con fermentación en seco está que el abastecimiento necesario de sustrato de fermentación debe estar asegurado previamente durante años de acuerdo con los requerimientos de las financieras, y que los operadores, en los que se trata típicamente de granjeros, quieren confiar en los NawaRos que pueden ser generados por ellos mismos.

35 A través de la instalación de biogas de acuerdo con la invención y el procedimiento de acuerdo con la invención, que permiten la utilización de paja, se puede asegurar el suministro de sustrato de fermentación, sin embargo, también para instalaciones mayores, puesto que, por ejemplo, en la recolección de los cereales se producen cantidades mucho mayores que las que se necesitan actualmente y puesto que con técnica (grande) correspondiente se puede transportar de manera relativamente económica sobre trayectos mayores. Por otra parte, los costes de inversión y de funcionamiento para la instalación para la disgregación de la paja merece la pena tanto más cuanto mayor es el rendimiento de la instalación de biogas. Una relación inherente entre la posibilidad de disgregación de la paja y el tamaño de la instalación de biogas consiste en que la instalación para la disgregación de la masa contribuye esencialmente a asegurar el suministro de sustrato de fermentación también a instalaciones mayores de biogas y, por otra parte, el tamaño de la instalación de biogas y la utilización del tipo de sustrato económico de paja hacen rentable la inversión para la instalación para la disgregación en particular y para la central eléctrica de biomasa grande, en general.

40 En el caso de un tamaño no conocido hasta ahora de instalaciones de biogas, por ejemplo, con 15 a 30 fermentadores de garaje grandes, el funcionamiento de la instalación de biogas y en particular el transporte del sustrato de fermentación y de los restos de fermentación se configurar eficientemente. Otro cometido consiste en integrar la disgregación de la paja descrita anteriormente en el ciclo de funcionamiento de la instalación de biogas.

55 En un desarrollo ventajoso, las instalaciones para la disgregación de la paja están alojadas en una zona de suministro y de carga de la instalación de biogas. La zona de suministro y de carga comprende con preferencia técnica de transporte estacionaria, que es adecuada para transportar masa fresca desde la zona de suministro y de carga hacia una antesala del fermentador, desde la que son accesibles una pluralidad de fermentadores del tipo de garaje. Mientras que en instalaciones de biomasa convencionales la masa fresca y los restos de fermentación son transportados con un cargador de ruedas, de acuerdo con un desarrollo está prevista técnica de transporte estacionaria, a través de la cual se transportan también grandes cantidades de masa fresca de manera eficiente hacia la antesala del fermentador, desde donde son introducidas en los fermentadores. También una técnica de transporte estacionaria de este tipo permite integrar toda la instalación de biomasa, con lo que se evita una caga de ruido del medio ambiente, y se posibilita accionar la instalación de biogas también en la proximidad de regiones residenciales.

65

5 Cuando la instalación de biogas está totalmente integrada, la zona de suministro y de carga representa en cierto modo una interfaz entre la zona interior integrada de la instalación y la zona exterior y, por lo tanto, está dispuesta en una sección exterior de la instalación. En cambio, la antesala del fermentador está dispuesta, por razones logísticas, en el centro de la instalación. A través de la técnica de transporte estacionaria, la masa fresca o bien el sustrato de fermentación se puede llevar desde la zona de suministro o de carga hacia la antesala del fermentador, sin que sean necesarios entonces vehículos de transporte, que generarían gases de escape dentro de la zona del alojamiento y elevarían, además, los costes de funcionamiento. Con preferencia, en la zona de suministro y de carga predomina una presión negativa ligera, de manera que también durante el suministro de masa fresca y durante la carga de restos de fermentación solamente sale poco aire hacia el exterior y, por lo tanto, la contaminación de olores es mínima.

15 Con preferencia, en la zona de suministro y de carga se encuentra al menos un silo de suministro integrado para masa fresca. Además, con preferencia están previstos primeros medios de transporte, que son adecuados para transportar masa fresca desde al menos un silo de suministro de masa fresca hacia un silo de masa fresca. Estos primeros medios de transporte pueden comprender, por ejemplo, tornillos sin fin de transporte, elevadores y cintas transportadoras, sobre las que se transporta la masa fresca desde diferentes silos de suministro hacia el silo de masa fresca. Esto tiene la ventaja de que la masa fresca se mezcla a fondo ya por que se aplica desde diferentes silos de suministro sobre uno y el mismo montón, de manera que no es necesaria una mezcla a fondo posterior de la masa fresca o bien no deben realizarse ya de forma tan intensiva. En esta masa fresca descrita no se trata de la paja a disgregar, sino de masa fresca adicional, como se utilizan en instalaciones de biogas conocidas hasta ahora con fermentación de sustancia sólida.

25 Además, la zona de suministro y de carga comprende con preferencia segundos medios de transporte, en particular una placa de empuje, que es adecuada para transportar la masa fresca a través del silo de masa fresca en dirección a la antesala del fermentador. El silo de masa fresca tiene en este caso una doble función: por una parte, sirve como vía de transporte desde la zona de suministro hacia la antesala del fermentador, por otra parte, sirve como acumulador intermedio para masa fresca. En este caso es importante que la masa fresca, que ha sido introducida primero en el silo de masa fresca, lo abandone también la primera. Esto significa que la masa fresca, que se suministra sobre la antesala del fermentador, tiene siempre aproximadamente la misma antigüedad y, por lo tanto, se puede pre-hidrolizar con la misma intensidad. De esta manera resulta una constancia de la sustancia, que es ventajosa para la gasificación siguiente.

35 Además, la zona de suministro y de carga comprende en un desarrollo ventajoso un puesto de descarga para paja, y en particular para paja en forma de balas. En el lugar de descarga está prevista con preferencia una grúa, que es adecuada para agarrar y transportar las balas de material.

En una zona de suministro y de carga están previstas, por lo demás, como se ha mencionado anteriormente, las instalaciones para la disgregación de paja, que son de uno de los tipos descritos al principio.

40 Con preferencia, en este caso están previstos terceros medios de transporte, en particular transportadores de rodillos o transportadores de empuje, que son adecuados para transportar balas individuales o paquetes de bajas a lo largo de un canal de balas hacia la antesala del fermentador.

45 En el marco de la publicación, por lo tanto, se distingue entre el material fresco suelto y al material en forma de balas. También el material en forma de balas es transportado a través de los terceros medios de transporte y el canal de balas de una manera muy eficiente desde la periferia hacia la antesala del fermentador, lo que posibilita un rendimiento alto con costes de funcionamiento muy reducidos. Con preferencia, en la antesala del fermentador cerca del extremo del canal de balas está dispuesto un inversor, que es adecuado para extraer paquete de balas desde el canal de balas y transferirlo a un cargador de ruedas o carretilla de horquilla elevadora como paquete. Como se explica en detalle más adelante con la ayuda de un ejemplo de realización, es ventajoso introducir en cada fermentador en la parte más baja una capa de material en forma de balas. Esto se puede realizar de nuevo de una manera eficiente y rápida cuando se transfieren ya paquetes adecuados de balas, por ejemplo paquetes de ocho balas, al cargador de ruedas o carretilla de horquilla elevadora, que se pueden descargar entonces, como están, en el fermentador.

55 Con preferencia, el silo de suministro, el silo de masa fresca y/o el canal de balas se pueden calentar, y de manera más ventajosa por medio de calor de pérdida, que es generado por uno o varios motores de gas. A través del calentamiento previo de la masa fresca se compensan las pérdidas de temperatura, que se producen durante la renovación de masas de fermentación en el material antiguo. De esta manera se acelera la restauración de la formación de biogas después de la renovación de masas de fermentación. Además, de esta manera es posible la pre-hidrólisis aerobia débil descrita anteriormente, que acorta el tiempo hasta la fermentación completa de la masa de fermentación y eleva la potencia de las instalaciones (la producción de sustrato) y con ello la rentabilidad.

65 En un desarrollo ventajoso está previsto un silo de restos de fermentación, que es accesible desde la antesala del fermentador para la introducción de restos de fermentación. El silo de restos de fermentación contiene con preferencia medios de transporte estacionarios, que son adecuados para transportar restos de fermentación a través

del silo de restos de fermentación. En un desarrollo ventajoso, estos medios de transporte estacionarios se forman por tornillos sin fin de transporte, que están dispuestos en los extremos del silo de restos de fermentación. El silo de restos de fermentación está dimensionado con preferencia de tal forma que contiene la introducción previsible de restos de fermentación de al menos dos días.

5 El silo de restos de fermentación de acuerdo con el desarrollo mencionado de la invención tiene una triple función. En primer lugar, sirve como acumulador intermedio para restos de fermentación, y en segundo lugar acondiciona el dispositivo de transporte para restos de fermentación desde la antesala central del fermentador hacia la periferia. A través del tamaño suficiente del silo de restos de fermentación se consigue que los restos de fermentación puedan ser almacenados temporalmente al menos durante dos días, de manera que no tienen que ser retirados durante los fines de semana, en los que el tráfico de camiones es limitado. Por último, en el silo de restos de fermentación tiene lugar como tercera función una post-fermentación y, por lo tanto, está conectado en el sistema de biogas. De esta manera, desde los restos de biogas se obtiene más biogas, que se perdería en una construcción más sencilla.

10 15 En el extremo de entrada del silo de restos de fermentación está dispuesta con preferencia una cubeta de material a granel para restos de fermentación. Los restos de fermentación pueden ser amontonados de esta manera directamente desde la antesala del fermentador en la cubeta de material a granel; a continuación se transportan automáticamente hacia la periferia.

20 Con preferencia, en el extremo de salida del silo de restos de fermentación está prevista una instalación para la deshidrogenación de los restos de fermentación. En los restos de fermentación se encuentra percolado rico en nutrientes y en bacterias, que se puede introducir a través de un conducto anular en los tanques de circulación de percolado descritos más adelante, cuando es necesario. En el caso de que se necesite tal percolado, se exprime en la instalación para la deshidratación desde los restos de fermentación y se alimenta a través del conducto anular hacia los tanques de circulación de percolado. En otro caso, la instalación de deshidratación se puede eludir, y se pueden transportar hacia fuera los restos de fermentación húmedos, tal como están.

25 Adicional o alternativamente, puede estar prevista una instalación de secado para el secado de restos de fermentación, que utiliza con preferencia calor de pérdida de un motor Otto de gas para el secado de los restos de fermentación. Además, con preferencia está prevista una instalación de gasificación, que es adecuada para generar a partir de restos de fermentación secos de acuerdo con el procedimiento de fermentación de madera, en particular sobre la base de gasificación a baja temperatura o pirólisis, gas de madera o bien gas débil. Este gas débil se puede añadir entonces al biogas generado a través de fermentación. A través de la gasificación conectada a continuación de los restos de fermentación se pueden generar todavía de nuevo aproximadamente un 20 % de la producción de biogas como gas de madera / gas débil, con lo que se eleva esencialmente la eficiencia de la materia prima para la generación de gas. En particular, existe una relación técnica entre la utilización de paja con disgregación previa y la gasificación de madera conectada a continuación. Por una parte, la gasificación de los restos de fermentación posibilita elevar el rendimiento de gas, cuando éste aparecería en menor cantidad a través de una disgregación incompleta de la paja que lo que sería posible biológicamente. Además, precisamente las sustancias que contienen lignina, como el nombre ya indica, son adecuadas para la gasificación de madera. A este respecto, la utilización de paja como sustrato de fermentación y la gasificación de madera posterior de restos de fermentación se complementan de manera ideal.

40 Aunque los desarrollos anteriores de la invención se refieren a instalaciones para la gasificación de sustancia sólida, la invención no está limitada a ellos.

45 De acuerdo con la invención, la paja es disgregada adicionalmente a la disgregación térmica mecánicamente a través de trituración, con lo que se desgarran de la misma manera las estructuras de lignina. Cuando se ha introducido, por ejemplo, paja triturada en una instalación de fermentación húmeda, de acuerdo con las investigaciones del inventor, en contra de la opinión difundida en el mundo técnico, resultaría de ello un rendimiento de gas adicional considerable. A través de la trituración se destruyen, en efecto, de la misma manera las estructuras superficiales de lignina. La celulosa y el arabinosilano se pueden disolver entonces a través de ácidos orgánicos acuosos contenidos en la masa de fermentación, que están contenidos también en el abono líquido presente típicamente en instalaciones de fermentación húmeda y en una medida todavía mayor en instalaciones húmedas NawaRo puras, que trabajan sin abono líquido. De esta manera, se hace accesible la biomasa considerada hasta ahora como inadecuada para las bacterias anaerobias generadoras de metano.

50 En una forma de realización preferida de la invención puede tener lugar también una disgregación química de la paja en instalaciones de biomasa para la fermentación de sustancia sólida. En este caso, se mezcla la paja ya días antes de la introducción en los fermentadores con otro material fresco, con preferencia con estiércol sólido. La urea presenta en el estiércol sólido puede disolver entonces de nuevo la lignina y puede hacer accesible la celulosa y el arabinosilano para la hidrólisis. En este caso es importante que LHNawaRo preparado adicionalmente o por separado sea disgregado químicamente a través de la urea contenida en el estiércol sólido. La mezcla de la paja suelta con el estiércol sólido tendría lugar en este caso típicamente con un intervalo de tiempo mayor antes de la introducción en el fermentador, con preferencia algunos días. En una configuración muy sencilla de la invención se pueden formar capas de estiércol sólido y capas de paja sin avance temporal alternando en el fermentador,

5 pudiendo intercalarse, dado el caso, también capas de otros NawaRos no lignificados fuertemente. De esta manera se puede introducir la urea de la capa de estiércol sólido dispuesta encima con el percolado en la capa con la paja y se pueden disolver al menos parcialmente las estructuras superficiales de lignina. También es posible mezclar paja suelta con los restos de fermentación y, dado el caso, otros NawaRos. En este caso, el percolado ácido se ocupa de que las estructuras superficiales de lignina se disuelvan al menos parcialmente y el material suministre biogas, aunque no con el rendimiento que se puede conseguir a través de los otros procedimientos descritos anteriormente para la disgregación, en particular para el tratamiento con vapor saturado.

10 Con preferencia, el material de vacunación que entra junto con la masa fresca de nuevo en el fermentador, es batanado y exprimido antes de la mezcla por medio de una prensa mecánica, como por ejemplo una prensa de tornillo sin fin, con lo que el material es disgregado mecánicamente al menos parcialmente y, además, las sustancias nutritivas incluidas todavía dado el caso pueden hacerse accesibles para la fermentación bacteriana anaerobia. La prensa de tornillo sin fin puede estar configurada en este caso móvil, por ejemplo puede estar dispuesta sobre un remolque de plataforma baja, de manera que se puede conducir sobre la antesala del fermentador hacia el fermentador respectivo.

15 En una forma de realización ventajosa para la disgregación térmica, está prevista una instalación para la hidrólisis de presión térmica, con la que se puede someter el material tanto antes como también después del paso a través de la instalación de fermentación de sustancia sólida, pero antes del suministro de los restos de fermentación a una hidrólisis de presión térmica. La hidrólisis de presión térmica tiene lugar en condiciones similares al tratamiento con vapor saturado descrito al principio, pero durante un periodo de tiempo más largo de por ejemplo 60 a 120 minutos. En la hidrólisis de presión térmica se disuelve totalmente la lignina, de manera que se forma una suspensión del tipo de jarabe. Además, tiene lugar una hidrólisis auténtica, es decir, una disociación de polímeros en monómeros a través de actuación física de agua y calor. La suspensión del tipo de jarabe se puede (de)volver entonces al proceso de fermentación o se puede vender a empresas, que producen a partir de este material combustibles de la segunda generación. En este caso, se aprovecha también la porción de lignina así como otras sustancias orgánicas no recuperadas. Esto no es posible en una fermentación bacteriana anaerobia.

20 Para la mejor comprensión de la presente invención, se hace referencia a continuación al ejemplo de realización preferido representado en los dibujos, que se describe con la ayuda de terminologías específica. No obstante, hay que indicar que el alcance de la protección de la invención no está limitada con ello, puesto que tales modificaciones y otras modificaciones en la instalación de biogas mostrada y en el procedimiento mostrado así como otras aplicaciones de la invención, como se muestran aquí se consideran como conocimiento técnico habitual actual o futuro de un técnico competente. En efecto, las figuras muestran ejemplos de realización de la invención:

25 La figura 1 muestra una vista en alzado de una central eléctrica de biomasa de acuerdo con un desarrollo de la invención, considerada desde el Oeste.

30 La figura 2 muestra una vista en alzado de la central eléctrica de biomasa de la figura 1, considerada desde el Norte.

35 La figura 3 muestra una vista en alzado de la central eléctrica de biomasa de la figura 1, considerada desde el Sur.

40 La figura 4 muestra una vista en alzado de la central eléctrica de biomasa de la figura 1, considerada desde el Oeste.

45 La figura 5 muestra una vista de la sección transversal de la central eléctrica de biomasa de la figura 1 en vista desde el Oeste.

50 La figura 6 muestra una vista en planta de la planta baja de la central eléctrica de biomasa de la figura 1.

55 La figura 7 muestra un fragmento ampliado desde la vista en planta de la figura 6, que muestra una instalación de generación de corriente y de generación de calor.

60 La figura 8 muestra un fragmento ampliado desde la representación de la vista en planta de la figura 6, que muestra una zona de suministro y de carga.

65 La figura 9 muestra una vista en planta de la planta alta de la central eléctrica de biomasa de la figura 1.

La figura 10 muestra una representación esquemática de dos vistas de una bala de paja perforada.

La figura 11 muestra una vista esquemática de la sección transversal de una instalación para el tratamiento con vapor saturado.

La figura 12 muestra una vista esquemática de la sección transversal de otra instalación para el tratamiento con vapor saturado, que está destinada para material suelto que contiene lignina.

La figura 13 muestra una vista esquemática de la sección transversal de una instalación para el tratamiento con vapor saturado, que está destinada para el tratamiento con vapor saturado de material en forma de balas.

La figura 14 muestra una vista esquemática de la sección transversal de una para el tratamiento con vapor saturado, que comprende una pluralidad de depósitos de presión.

5 A continuación se describe en detalle una central eléctrica de biomasa (BMKW) 10 como ejemplo de realización de una instalación de biogas de acuerdo con un desarrollo de la invención. En este caso, las figuras 1 a 4 muestran cuatro vistas exteriores de la BMKW 10 y la figura 5 muestra una sección transversal de la misma. En la figura 6 se muestra la vista en planta de la planta baja de la BMKW 10. La figura 7 muestra una zona parcial ampliada de la  
10 vista en planta de la figura 10, en la que se muestra una instalación de generación de corriente y de calor de la BMKW. La figura 8 muestra otro fragmento parcial de la vista en planta de la figura 6, en la que se representa ampliada la zona de suministro y de carga. La figura 9 muestra una vista en planta de la planta superior de la BMKW 10.

15 Con referencia a la vista en planta de la figura 6, la BMKW 10 se divide en una sección de base 12 y una sección de ampliación 14. La sección de base 12 comprende 18 fermentadores del tipo de garaje, que están dispuestos en dos series, en la representación de la figura 5 en una serie Norte y en una serie Sur. Entre las dos series de fermentadores 16 se encuentra una antesala de fermentador 18, hacia la que se abren las puertas 20 de los  
20 fermentadores 16. Se observa que para una visión de conjunto no todos los fermentadores 16 y puertas de fermentadores 20 están provistos con números de referencia en las figuras.

Además, la sección básica 12 comprende una instalación de generación de corriente y de calor 22, que se representa ampliada en la figura 7 y se describe a continuación en detalle. Además, la sección básica 12 comprende una zona de suministro y de carga 24, que se representa ampliada en la figura 8 y se describe de la misma manera  
25 en detalle a continuación.

Como se puede deducir a partir de las figuras 1 a 6, toda la sección básica 12 está cercada por una estructura de nave, a la que pertenecen especialmente una sección de la nave de antesala de fermentador (FVP) 26 y una sección de la nave de la zona de carga 28, como se puede reconocer especialmente bien en las figuras 1, 4 y 5.  
30 Toda la construcción de la nave o cercado de la sección de base 12 está ventilada a través de una instalación de ventilación central grande, de manera que en el interior de la construcción de la nave predomina siempre una presión negativa ligera frente a la presión atmosférica.

La sección de ampliación 14 está constituida esencialmente por 11 fermentadores 16' adicionales y por una prolongación de la sección de la nave FVP 26. La sección de ampliación 14 sirve para prevenir en caso necesario hasta 11 fermentadores 16' adicionales. Esto significa que la BMKW 10 ha sido construida y ha sido puesta en servicio sin la sección de ampliación 14. En el funcionamiento se considera si los 18 fermentadores 16 existentes de la sección de base 12 son suficientes para generar biogas, para suministrar con gas a plena carga los cuatro motores de gas (no mostrados), que están destinados para la BMKW 10. Si éste no es el caso, se puede completar  
40 el número correspondiente de fermentadores 16' en la sección de ampliación 14, que pueden ser también menos que los mostrados en la figura 6. Con otras palabras, la BMKW 10 tiene una estructura modular, que es ventajosa para la consecución de una configuración final óptima, por que la producción exacta de biogas depende de una pluralidad de factores, entre ellos la naturaleza de la masa fresca existente, y no se puede predecir teóricamente con exactitud.  
45

La serie Norte y la serie Sur de los fermentadores están conectadas por medio de un puente técnico 30, que se puede ver especialmente en las figuras 5, 6 y 9. El puente técnico 30 cubre la FVP 18 en una altura que permite que cargadores de ruedas, dos de los cuales se muestran de forma ejemplar en la figura 5, puedan circular debajo del mismo incluso con pala de carga totalmente extendida, sin que puedan tocar y dañar el puente técnico.  
50

Con referencia a la figura 9, la planta superior de la BMKW 10 comprende tres acumuladores de gas de lámina 32 en la sección de base 12 y otros dos acumuladores de gas de láminas 32' en la sección de ampliación 14. Los acumuladores de gas de láminas 32 se pueden reconocer bien en las vistas de la sección transversal de las figuras 5 y 15. Reciben el biogas de la manera que se describe a continuación en detalle, que es generado en los  
55 fermentadores 16 y 16', respectivamente.

Además, la planta superior comprende cinco tanques de circulación de percolado (PUT) 34 en la sección de base 12 y cuatro PUTs 34' en la sección de ampliación 14, que se pueden ver bien de la misma manera en las vistas de la sección transversal de la figura 5. Un PUT 34 está dispuesto, respectivamente, por encima de tres fermentadores 16 y recibe de ellos percolado, que se acumula en el fondo de los fermentadores y es bombeado al PUT 34. Con el concepto "percolado" se designa el componente líquido similar a abono líquido de la sustancia de fermentación.  
60

Además, en la planta superior se encuentra un espacio de refrigeración de los gases de escape 31, un espacio técnico Sur 36 y un espacio técnico Norte 38, que están conectados entre sí por medio del puente técnico 30. En la sección de la nave de la zona de suministro y de carga 28 están dispuestas, además, unas bandas de luz 40.  
65

Después de que se ha dado una visión de conjunto general sobre los componentes de la BMKW 10, a continuación se describen en detalle las secciones individuales y los componentes así como su modo de funcionamiento.

## 5 1. Antesala del fermentador

La antesala del fermentador (PVP) 18 está dispuesta en el centro de la BMKW 10. Sirve como vía de transporte para la masa fresca hacia los fermentadores 16, 16' respectivos o bien de sustancia de restos de fermentación desde los fermentadores 16, 16'. Además, sirve como superficie de mezcla inicial, sobre la que se extiende el contenido de un fermentador, desde el que se extrae aproximadamente una quinta parte a una cuarta parte como resto de fermentación y se completa para la compensación de esta extracción y de la pérdida de masa que se produce durante la gasificación aproximadamente con un tercio de masa fresca y se mezcla con la masa de fermentación antigua. Este trabajo se puede realizar en la FVP 18 por un cargador de ruedas grande, como se representa de forma esquemática en la figura 5. En el centro de la FVP 18 se encuentra un canal de salida provisto con una parrilla de rejilla, en el que fluyen jugos de filtración y percolado liberado. A la altura del puente técnico 30, el canal de salida tiene una caja colectora (no mostrada) desde la que se transportan los líquidos producidos a través de un conducto anular de percolado (no mostrado) hacia uno de los PUTs 34.

## 20 2. Zona de suministro y de carga

La zona de suministro y de carga 24 se representa ampliada en la vista en planta en la figura 8. En el ejemplo de realización mostrado, en lo que se refiere al suministro, hay que distinguir entre masa fresca suelta y masa fresca estructurada o bien masa fresca en balas. Para la masa fresca suelta están previstos, en la forma de realización mostrada, cuatro silos de suministro 42, que están cercados por las secciones de naves de la zona de suministro y de carga 28. Un camión LKW puede maniobrar en la parte trasera en los silos de suministro cercados y puede verter o apartar la carga de masa fresca allí en el bunker de suministro. Puesto que en toda la zona de suministro y de carga 24 predomina una presión negativa ligera, apenas salen olores molestos desde el cercado hacia fuera. Cada bunker de suministro 42 tiene un fondo que termina cónicamente hacia abajo, en cuyo lado más profundo están previstos uno o varios tornillos sin fin dobles de transporte (no mostrados), que transportan la masa fresca horizontalmente hacia un elevador de cangilones (no mostrado), que transporta la masa fresca sobre una cinta transportadora 44 o directamente sobre una cinta transportadora colocada más baja.

Desde la cinta transportadora 44 se deja caer la masa fresca en un bunker de masa fresca 46. Puesto que la masa fresca es transportada desde cuatro o más búnkeres diferentes sobre la misma cinta transportadora 44 y se arroja sobre el mismo montón en el bunker de masa fresca 46, se mezcla a fondo automáticamente la masa fresca.

El bunker de masa fresca 46 es una cámara alargada, que conecta la zona de suministro y de carga 24 con la antesala del fermentador 18, como se puede ver especialmente en la figura 6. El bunker de masa fresca 46 tiene una calefacción de suelo, con la que se calienta la masa fresca ya a una temperatura de 42°C, para que la masa fresca dentro de un fermentador 16, 16', que es completada a través de la masa fresca, no sea enfriada por ésta, de manera que el proceso de fermentación se inicia rápidamente de nuevo después del cierre del fermentador 16 y puede tener lugar, dado el caso, también ya una pre-hidrólisis aerobia ligera, que acorta el tiempo de fermentación y eleva la potencia de la instalación (producción de sustrato de fermentación) así como la rentabilidad de la instalación.

El bunker de masa fresca 46 tiene una doble función. Por una parte, sirve como acumulador intermedio o acumulador tampón para masa fresca suelta. Por otra parte, sirve como vía de transporte entre la zona de suministro y de carga 24, es decir, la periferia de la BMKW 10, y la antesala del fermentador 18 colocada en el centro. Para el transporte, en el bunker de masa fresca 46 está dispuesta una placa de empuje o bien una corredera (no mostrada) que desplaza masa fresca suelta amontonada en cada caso nueva desde arriba en dirección a la antesala del fermentador 18. Entonces la corredera retrocede para hacer sitio para la masa fresca. A través de este mecanismo de corredera se consigue que la masa fresca sea desplazada hacia fuera de la antesala del fermentador aproximadamente en la misma secuencia, en la que fue introducida en la entrada en el bunker de masa fresca 46, también sobre el lado de la antesala del fermentador 18. Esto significa que la masa fresca, que llega a la antesala del fermentador 18, tiene siempre aproximadamente la misma antigüedad y, por lo tanto, es de naturaleza constante, lo que es ventajoso para la gasificación siguiente.

Además, la zona de suministro y de carga 24 comprende una sección para el suministro y transporte de material estructurado y de material en balas, respectivamente, en particular de paja. Esta sección para el suministro y transporte de material en balas comprende un espacio de preparación 48, un espacio de suministro de las balas 50, una zona de disgregación 52 y un almacén intermedio 54. A continuación se describe esta zona de suministro y de carga 24 con referencia a paja como material estructural en forma de balas muy lignificado, pero se entiende que esta sección se puede utilizar también para el suministro, procesamiento y transporte siguiente de otro material estructural en forma de balas.

65

Una grúa (no mostrada) está alojada en un carril de rodadura, de manera que puede agarrar y depositar balas de paja en cada uno de los espacios 48 a 54. Las balas de paja son suministradas al espacio de suministro de paja 50 y son transportadas por la grúa (no mostrada) al almacén intermedio 54. Antes de que la paja sea transportada a la antesala del fermentador 18, se pre-trata, a saber, se disgrega en la zona de disgregación 52. La disgregación de la paja es necesaria, puesto que la paja está fuertemente lignificada y las bacterias en el fermentador 16, en virtud de la celulosa incrustada en lignina, solamente llegan muy mal a las sustancias nutritivas encerradas por la lignina. En la zona de disgregación 52 se puede disgregar la paja, de acuerdo con la forma de realización de la BMKW 10, de diferentes maneras. Por ejemplo, la paja se puede disgregar químicamente, siendo ablandada en un depósito, que contiene agua, una solución de agua y lejía o una solución de agua y ácido. A través del ablandamiento se disuelve parcialmente la lignina, que ha incluido en gran medida la celulosa. Después de la extracción fuera del depósito, la celulosa no se oculta ya detrás de una cresta de lignina, sino que es accesible para la hidrólisis y para las bacterias. De esta manera, la paja, que se utiliza en instalaciones convencionales de fermentación en húmedo y en seco hasta ahora solamente como material estructural, se convierte en un sustrato de fermentación de alto valor, que contribuye esencialmente al desarrollo de biogas.

En una forma de realización alternativa, la paja en la zona de disgregación 52 se puede disgregar, sin embargo, también de otra manera, por ejemplo mecánicamente utilizando un molino de martillos y exponiéndola a una presión térmica, es decir, a alta presión de, por ejemplo 20 a 30 bares durante cinco a diez minutos a 180°C a 250°C. En este caso, la lignina se ablanda. Después del enfriamiento de la paja se endurece, en efecto, de nuevo la lignina, pero en forma de bolitas muy pequeñas con espacios intermedios entre ella, que liberan el camino para los ácidos orgánicos auto-hidrolífticos y para las bacterias anaerobias hacia las sustancias nutritivas de la paja. Otro ejemplo de realización es una ampliación del tratamiento con presión térmica, en el que se reduce de repente la presión en el depósito correspondiente, con lo que se evapora el agua en las estructuras de paja y se dilata muy rápidamente. En este caso, se desgarran las estructuras de lignina y liberan las sustancias nutritivas para las bacterias anaerobias. Los otros detalles de la disgregación de la paja se indican en la sección siguiente.

En el espacio de preparación 48 está previsto un transportador de rodillos 56, sobre el que se colocan balas de paja individuales y/o paquetes de balas de paja por medio de la grúa (no mostrada), y que transporta las balas de paja a través de un canal de paja 58, que está dispuesto paralelamente al bunker de masa fresca 46, hacia la antesala del fermentador 18 (ver la figura 6).

Como se puede deducir a partir de la descripción anterior, tanto la masa fresca suelta como también la masa fresca en forma de balas son transportadas a través de técnica de transporte estacionaria desde la zona de suministro y de carga 24 hacia la antesala del fermentador 18. En particular, en este caso el bunker de masa fresca 46 y el canal de paja 58 acondicionan la comunicación entre la antesala del fermentador central 18 y la zona de suministro y de carga periférica 24, y este transporte se realiza totalmente en la BMKW 10 cercada. El transporte con la técnica de transporte estacionaria es adecuado para altos rendimientos y es especialmente más rápido, economizador de espacio y económico que un suministro con cargadores de ruedas. Como se puede deducir a partir de la figura 6, el canal de paja 58 y el bunker de masa fresca 46 terminan en un puesto central de la antesala del fermentador 18, de manera que los trayectos entre el extremo del lado de la antesala del fermentador del bunker de masa fresca 46 o bien el canal de paja 58 y el fermentador 16 a suministrar son, en general, cortos.

Como se ha mencionado anteriormente, la disgregación de la paja en la zona de disgregación 52 posibilita utilizar paja a pesar de su alto contenido de lignina como sustrato de fermentación. Esto es extraordinariamente ventajoso por que la paja aparece de todos modos en la producción de cereales y no existe una utilización suficiente de la misma. Puesto que la BMKW 10 está concebida para materias primas renovables, se ofrece cultivar materias primas adecuadas en el entorno de la BMKW 10 especialmente para la utilización en la BMKW 10, que no están destinadas, en general, para la alimentación. Sin embargo, esto representa un cierto conflicto de objetivos, por que siempre una porción determinada de las superficies disponibles limitadas está reservada para la producción de alimentación. La utilización de paja como sustrato de fermentación representa una solución muy atractiva, puesto que la paja, que se produce en la producción de cereales, permite la producción simultánea de productos alimenticios y biomasa apta para la central eléctrica.

Pero la paja tiene todavía otra ventaja. En general, la altura de llenado en fermentadores está limitada por la presión, que resulta en el fondo del fermentador. Esta presión debe ser siempre tan baja que el sustrato de fermentación sea permeable todavía para percolado. En cambio, si se introduce, de acuerdo con un desarrollo de la invención, una caja de balas de paja en la posición más baja de cada fermentador 16, se puede cargar sobre esta capa todavía toda la altura de llenado habitual de sustancia de fermentación, puesto que la capa de balas de paja es todavía permeable para percolado también a la presión que se produce entonces. Esta capa de paja más baja representa, por lo tanto, una cantidad adicional de sustrato de fermentación, que se puede utilizar en un fermentador, de manera que se eleva considerablemente la potencia de la instalación (potencia espacial medida en sustrato nuevo por fermentador y día).

En un desarrollo ventajoso de la invención, las balas de paja son depositadas en paquetes de ocho balas de paja sobre el transportador de rodillos 56, que son dos balas de anchura y cuatro balas de altura. Estos paquetes son transportados como un conjunto a través del canal de paja 58 y son elevados en su extremo en la antesala del

fermentador 18 por un inversor (no mostrado) y son transferidos a un cargador de ruedas o carretilla de horquilla elevadora, que recibe los paquetes de la misma manera en conjunto o en 2 partes, y los lleva al fermentador. A partir de estos paquetes se pueden formar de una manera relativamente sencilla y activa dicha capa más baja de balas de paja.

5 Como se puede ver, además, en la figura 8, está previsto un bunker de restos de fermentación 60, que se extiende paralelamente al bunker de masa fresca entre la antesala del fermentador 18 y la zona de suministro y de carga 24. El bunker de restos de fermentación 60 tiene en su extremo dirigido hacia la antesala del fermentador una cubeta de material a granel 62 para restos de fermentación, que forma la entrada en el bunker de restos de fermentación 60.  
10 En esta cubeta de material a granel 62 se vierten restos de fermentación desde un cargador de ruedas. Desde allí son presionados por medio de un tornillo sin fin de transporte al bunker de restos de fermentación. A través del prensado siguiente discontinuo de restos de fermentación cada vez nuevos se transporta la masa lentamente a través de otros tornillos sin fin de transporte desde el bunker de restos de fermentación 60.

15 El bunker de restos de fermentación 60 tiene una triple función. Por una parte, sirve como vía de transporte entre la antesala del fermentador 18 en el centro de la BMKW 10 y la zona de suministro y de carga, con ventajas similares a las que se han descrito con respecto al bunker de masa fresca 46 y al canal de paja 58. Pero, por otra parte, el bunker de restos de fermentación 60 sirve también como fermentador posterior de acción termofílica y actúa, por decirlo así, como otro fermentador. Por lo tanto, el bunker de restos de fermentación 60 está conectado también en  
20 el sistema de biogas.

Por último, el bunker de restos de fermentación 60 sirve como acumulador intermedio para restos de fermentación. Está dimensionado de tal forma que contiene al menos tantos restos de fermentación como se pueden producir en dos días. Esto posibilita efectuar el transporte de salida de los restos de fermentación producidos en los días  
25 laborables de la semana, de manera que no se impide el transporte de salida a través de prohibiciones de circulación de camiones LKW.

En el extremo de salida del bunker de restos de fermentación 60 está prevista una desviación 64, que posibilita transportar los restos de fermentación o bien directamente a través de una cinta transportadora 66 hacia silos de carga 68 o tomar el desvío sobre una instalación de deshidrogenación 70. En el ejemplo de realización mostrado, la  
30 instalación de deshidrogenación 70 es una prensa de tornillo sin fin, que es adecuada para prensar agua o bien percolado desde los restos de fermentación e introducirlos en uno de los PUTs 34. Si se toma el desvío sobre la instalación de deshidratación 70, depende de la necesidad actual de percolado.

35 Los silos de carga para restos de fermentación 68 son silos altos, que están dispuestos sobre bastidores trapezoidales, de manera que un camión LKW puede circular debajo de los silos 68 y de esta manera se puede cargar fácilmente.

En una forma de realización alternativa, está prevista una instalación de secado convencional, por ejemplo una  
40 secadora de tambor o secadora de cinta (no se muestra), que es adecuada para secar los restos de fermentación por debajo del 25 %, con preferencia al 15 % de porción de agua. El calor para la instalación de secado es acondicionado en este caso con preferencia a través del calor de pérdida desde conjuntos de generador. Además, está prevista una instalación de gasificación (no mostrada), en la que los restos de fermentación secos son sometidos a una llamada gasificación de madera, en la que a partir de restos de fermentación secos a través de  
45 pirolisis o combustión parcial se obtiene bajo escasez de aire gas de madera combustible (gas débil). Este gas de madera o bien gas débil es alimentado después de la eliminación del alquitrán producido desde el gas de madera de acuerdo con cualquier procedimiento conocido al sistema de biogas y entonces se puede emplear de manera totalmente sin problemas como combustible para motores Otto de gas.

50 El contenido de energía del gas de madera reduce la necesidad de biogas hasta el 20 %, dado el caso también más, de manera que para la misma potencia de corriente debe emplearse hasta 20 %, dado el caso, también hasta 30 % menos sustrato para la fermentación. De esta manera se incrementa considerablemente la rentabilidad de la instalación en conjunto.

### 55 3. Disgregación de la paja

Como se ha mencionado al principio, en la central eléctrica de biomasa mostrada, se suministra la paja a la zona de suministro y de carga 24 y se disgrega en la zona de disgregación 52 y eventualmente de manera adicional en la sala de preparación 48. En esta forma de realización de la invención, se suministra paja en forma de balas y se  
60 disgrega también en forma de balas, para ser introducida finalmente en forma de balas en los fermentadores de garaje 16. Las balas tienen en este caso con preferencia una densidad de más de 200 kg/m<sup>3</sup>, que se pueden generar solamente con prensas de balas de altísima presión. La ventaja de una densidad tal alta de las balas de paja consiste en que entonces se aprovecha de una manera óptima la capacidad de un camión LKW tanto con respecto al peso permitido de la carga como también con respecto al volumen posible de la carga, de manera que la  
65 paja se puede suministrar también sobre trayectos mayores en condiciones económicas.

En la forma de realización mostrada aquí, el tratamiento previo para la disgregación de la paja comprende cuatro etapas, que se realizan en la zona de disgregación 52 o bien en la sala de preparación 48, a saber:

- 5 1.) Perforación o bien taladrado de las balas de paja
- 2.) Reblandecimiento de las balas de paja en agua
- 3.) Tratamiento con vapor saturado de las balas de paja ablandadas, y
- 4.) Reblandecimiento de las balas de paja en percolado.

Estas etapas y los dispositivos empleados en este caso se describen a continuación.

10 Paralelamente, una parte de la paja puede estar en la forma de disgregación "trituration previa" y/o en la forma de disgregación "hidrólisis de presión térmica". La combinación de las diferentes formas de disgregación es especialmente ventajosa, puesto que cada una tiene sus ventajas e inconvenientes para la operación práctica. A través de la combinación se consigue el mejor efecto general.

15 De acuerdo con la invención, está prevista una etapa de la trituración de la paja en una consistencia de polvo, pudiendo mezclarse la paja triturada con la masa fresca restante. La paja triturada conduce a una producción de gas especialmente alta, pero la porción es limitada con relación a la masa fresca, en tanto que la paja pulverizada humedecida a través de percolado forma una masa pegajosa, que debe mezclarse con suficiente masa fresca  
20 debido a la facilidad de manejo.

Con preferencia, entre 5 y 25 por ciento en peso del sustrato de fermentación en total está constituido de paja triturada. Con preferencia, se tritura entre el 5 % y el 35 % de la paja total utilizada y de esta manera se disgrega mecánicamente.

25 Además, es ventajoso disgregar independientemente del tratamiento previo de la paja restante de 5 al 20 % de la paja total utilizada en una hidrólisis de presión térmica e introducir el material del tipo de jarabe obtenido en este caso, la llamada "suspensión" en el circuito de percolado.

30 Por último, es ventajoso, independientemente de las etapas restantes del procedimiento para la disgregación de la paja, prensar mecánicamente el sustrato de fermentación extraído desde los fermentadores.

### 3.1 Perforación

35 La perforación de las balas de paja sirve para hacer accesible el interior de la bala de paja para el reblandecimiento, para el tratamiento con vapor saturado y para el reblandecimiento siguiente en percolado. En la forma de realización descrita aquí, se perforan las balas de paja desde dos lados, como se explica en detalle con referencia a la figura 10.

40 La figura 10 muestra en la parte superior una vista en perspectiva de una bala de paja 72, en la que se mira desde su lado inferior 74. La figura inferior muestra una vista en perspectiva de la misma bala de paja 72, en la que se mira sobre su lado superior 76. Desde el lado inferior 74 la bala de paja 72 está perforada a través de un primer conjunto de taladros 78, que no pasan a través de toda la bala 72. Además, la bala de paja 72 está perforada desde el lado superior 76 con un segundo conjunto de taladros 80, que no pasan tampoco a través de toda la bala de paja 72. Los taladros 78 y 80 están desplazados entre sí de tal forma que los taladros del primer conjunto 78 y los taladros del segundo conjunto 80 están separados unos de los otros por puentes de material. A través de este tipo de perforación, el agua de reblandecimiento de la segunda etapa, el vapor saturado de la tercera etapa y el percolado de la cuarta etapa penetran bien en el interior de la bala de paja 72, sin que salgan de nuevo por el otro lado.

### 50 3.2 Reblandecimiento

En la zona de disgregación 52 de la figura 8 están previstos depósitos adecuados para el reblandecimiento de balas de paja, que no se muestran en la representación. El tamaño de los depósitos para el reblandecimiento está adaptado a las dimensiones de las balas de paja, de manera que el reblandecimiento se puede realizar  
55 economizando espacio y de manera eficiente.

### 3.3 Tratamiento con vapor saturado

60 En la zona de disgregación 52 o en la sala de preparación 48 está prevista una instalación para el tratamiento con vapor saturado. Con referencia a las figuras 11 a 14 se describen diferentes instalaciones para el tratamiento con vapor saturado, que se pueden utilizar en la instalación mostrada o en una instalación modificada.

La figura 11 muestra en una vista esquemática de la sección transversal una estructura sencilla de una instalación 82 para el tratamiento con vapor saturado. La instalación 82 comprende un depósito de presión 84 con una tapa 83, que está articulada de forma pivotable por medio de una articulación 85 en el depósito de presión 84. Una instalación de alimentación para la paja se indica de forma esquemática y se designa a través del signo de  
65

referencia 87. En el caso de que deban tratarse balas de paja con la instalación 82 para el tratamiento con vapor saturado, se puede formar la instalación de alimentación 87 por ejemplo por una cinta transportadora o un transportador de rodillos. En el caso de que se utilice la instalación 82 para paja suelta 106, la instalación de alimentación 87 puede estar constituida por carriles, sobre los que se puede acoplar un depósito 89 para material suelto en el depósito de presión 84. El depósito 89 es permeable para vapor de agua, pero es adecuado para retener material suelto y puede ser, por ejemplo, un contenedor de rejilla abierto o bien un cesto. La tapa 83 del depósito de presión 84 se puede cerrar por medio de un mecanismo de cierre 91. Con preferencia, la tapa 83 es pivotada hacia dentro para la apertura del depósito de presión 84, como se puede ver, por ejemplo, en la figura 14, de manera que la tapa 83 es presionada a través de la presión en el interior del depósito de presión 84 a la posición cerrada y de esta manera se obtura fácilmente.

El depósito de presión 84 está conectado con un conducto de alimentación 93 y una válvula de alimentación 95, a través de los que se introduce el vapor saturado 102 con una presión de hasta 30 bares y una temperatura de hasta 250°C desde el depósito de vapor (no mostrado) hasta el depósito de presión 84. Además, el depósito de presión 84 está conectado con un conducto de salida 97 con una válvula de salida 98, a través del cual se puede descargar el vapor después del tratamiento con vapor saturado desde el depósito de presión 84. Además, en el conducto de salida 97 está dispuesto un compresor 100, con el que se puede transportar el vapor saturado 102 de retorno al depósito (no mostrado).

A continuación se explica el procedimiento del tratamiento con vapor saturado con referencia a la instalación 82 para el tratamiento con vapor saturado de la figura 11. En primer lugar, se introduce la paja 106 como bala o como material suelto en un depósito como en el depósito 89 en el depósito de presión 84 y se cierra el depósito de presión 84. A continuación se abre la válvula 95 en el conducto de alimentación 93, de manera que se introduce vapor de agua caliente con una temperatura de 180°C a 250°C y una presión alta de entre 20 y 30 bares desde un depósito de vapor (no mostrado) en el depósito de presión 84. El vapor saturado introducido se indica de forma esquemática en la figura 11 y se designa con el signo de referencia 102.

La paja 106 es expuesta al vapor saturado 102 durante 5 a 15 minutos. En este caso, se funde la lignina en el material, pero no se desprende desde el material. Para la eficiencia el tratamiento con vapor saturado es conveniente que la paja sea ablandada previamente en la segunda etapa mencionada anteriormente, por que el agua está presente ya en el material y solamente tiene que calentarse todavía, lo que acorta la duración del tratamiento.

Después de la duración de residencia predeterminada de 5 a 15 minutos, se escapa el vapor saturado a través del conducto de salida 97 desde el depósito de presión 84. Este escape de la presión tiene lugar con preferencia de forma repentina, de manera que la presión se reduce dentro de 5 segundos o menos el 80 %. A través de la bajada rápida de la presión se evapora el agua en las estructuras de la paja de forma repentina y en este caso se expande rápidamente. En este caso, se desgarran las estructuras de lignina de la paja, de manera que las sustancias nutritivas (celulosa y arabinosilano) son accesibles para ácidos orgánicos acuosos y para las bacterias anaerobias.

Después de la salida de la presión desde el depósito de presión 84 se retira la paja 106 desde el depósito de presión 84 y se enfría. Durante el enfriamiento se solidifica la lignina fundida de nuevo. No obstante, durante la solidificación de la lignina no se forman de nuevo las estructuras superficiales originales, sino que se coagula más bien en una estructura de gotitas, que deja espacios intermedios, a través de los cuales pueden llegar en primer lugar ácidos orgánicos y luego bacteria a la celulosa y al arabinosilano (hemicelulosa).

La estructura mostrada en principio en la figura 11 de la instalación 82 para el tratamiento con vapor saturado se puede modificar de múltiples maneras, y a continuación se indican algunos ejemplos de tales modificaciones. En este caso, los componentes idénticos o funcionalmente iguales son designados con los mismos signos de referencia que en la figura 11, y no se repite su descripción.

La figura 12 muestra una estructura de una instalación para el tratamiento con vapor de agua, que está configurada para un procesamiento casi continuo de material suelto. También aquí en el interior del depósito de presión 84 está previsto un depósito 89 para material suelto 106, pero éste está instalado fijo en el depósito de presión 84. Para el llenado del depósito 89 se abre una corredera resistente a la presión 108, de manera que el material 106 que contiene lignina cae desde una tolva 110 en el depósito 88. Cuando existe una cantidad suficiente de material 106 en el depósito 89, se cierra la corredera 108 a prueba de presión, y tiene lugar el tratamiento con vapor saturado de la misma manera que se ha descrito con referencia a la figura 11. Adicionalmente a los componentes de la figura 11 se muestra, sin embargo, en la figura 12 un depósito 112 para vapor saturado 102, que dispone de una calefacción 114. Después del tratamiento con vapor saturado, se descarga el vapor a través del conducto de salida 97 y se comprime a través del compresor 100 en el depósito 112. A continuación se abre otra corredera 108 resistente a la presión en el extremo inferior del depósito, y el material suelto disgregado 106 cae sobre la cinta transportadora 116 para el transporte siguiente.

En el extremo inferior del depósito 84 se acumula especialmente durante la hidrólisis de presión térmica una masa líquida 117, que se designa como "suspensión" y que se descarga a través de otro conducto 118 y se conduce a través de un conducto 120 a los tanques de circulación de percolado (no mostrados).

La figura 13 muestra otra forma de realización 122 de una instalación para el tratamiento con vapor saturado, que está especialmente diseñada para el tratamiento de material en balas, en particular balas de paja 72. La estructura es, en principio, similar a la estructura de la figura 11 y no se describe de nuevo. Sin embargo, la diferencia esencial consiste en que está prevista una lanza o mandril 124, que tiene un espacio hueco interior 126 y orificios 128 del tubo de boquillas conectados con este espacio hueco interior 126. El espacio hueco interior 126 está en comunicación fluida con el conducto de alimentación 93.

En el funcionamiento de la instalación para el tratamiento con vapor saturado 122 de la figura 13, se introduce una bala de paja 72 o bien 106 a través de la instalación de alimentación 87, que se forma en la forma de realización mostrada por una vía de rodillos, en la representación de la figura 13 desde la derecha hasta el depósito de presión 84 y se perfora sobre la lanza 124. Entonces se cierra el depósito de presión 84 como se ha descrito, y se inyecta el vapor saturado 102 a través del conducto de alimentación 93, el espacio hueco interior 126 de la lanza 124 y los orificios 128 del tipo de boquillas en la bala de paja 72. De esta manera se consigue que también el interior de la bala de paja 72 entre en contacto eficazmente con el vapor saturado. Si se alimenta, en efecto, el vapor saturado, como se muestra en la figura 11, solamente desde el exterior en el material, puede suceder que especialmente en una bala 72 prensada muy fuertemente el vapor saturado no entre en contacto suficientemente con el material en el interior de la bala. En su lugar se comprime el aire, que se encuentra en la bala, a través del vapor que se encuentra a alta presión en el interior de la bala, posiblemente sin mezclarse en los tiempos de tratamiento relativamente cortos en una medida suficiente con el vapor caliente. A través de la utilización de la lanza 124 se garantiza un tratamiento a fondo con vapor saturado también en el interior de la bala 72.

Por último, la figura 14 muestra otra instalación 130 para el tratamiento con vapor saturado, que comprende cinco depósitos de presión 84, que están provistos con lanzas 124 de manera similar a la instalación 122 de la figura 13. No obstante, en la instalación 130 de la figura 14, los depósitos de presión 84 están dispuestos verticales, de manera que las balas de paja pueden ser introducidas desde arriba con una grúa 132 en los depósitos de presión 84. La grúa 132 comprende un carro de rodadura 134 y un bastidor 136, en el que están configuradas unas pinzas superiores 138 para una bala superior y unas pinzas inferiores 140 para una bala inferior. Con la grúa 130 se pueden agarrar dos balas de paja 72 colocadas superpuestas verticalmente, se pueden introducir desde arriba en el depósito de presión 84 y se pueden perforar con una lanza 124, que está configurada con esta finalidad aproximadamente de doble longitud que la lanza 124 de la figura 13.

Todos los depósitos de presión 84 de la figura 14 están conectados a través de una tubería con el mismo depósito de presión 112. En este caso, como en la figura 13, el vapor saturado 102 es introducido en cada caso a través del conducto de alimentación 92 a través de una lanza 124 y a través de las balas de paja 72 en el depósito de presión 84.

El desarrollo de la figura 14 está concebido para una instalación de alto rendimiento, en la que se puede realizar de una manera muy eficiente el tratamiento con vapor saturado.

#### 3.4 Reblandecimiento en percolado o similar

En la cuarta etapa del procedimiento mencionada anteriormente se reblandecen las balas pre-tratadas en percolado, que representa una solución débilmente ácida. De manera alternativa, sin embargo, las balas se pueden reblandecer también en una solución débilmente alcalina, como por ejemplo hidróxido sódico. Después del reblandecimiento se calientan las balas aproximadamente a 40°C, lo que se puede realizar, por ejemplo, calentando el canal de paja 46 (ver la figura 8) a través de calor de pérdida de los motores Otto de gas. A través del reblandecimiento del material después del tratamiento con vapor saturado y antes de la fermentación bacteriana anaerobia, se inicia una pre-hidrólisis débilmente aerobia, a través de la cual se acelera de nuevo la fermentación bacteriana anaerobia siguiente. Durante el reblandecimiento con percolado están a continuación en el lugar de material fresco, lo que es igualmente ventajoso.

Es importante establecer que con el procedimiento descrito aquí para la disgregación de paja se consigue que el material pre-tratado en los fermentadores proporcione una producción de gas considerable con tiempos de residencia moderados y esto sin añadir enzimas, hongos o levaduras adicionales. El contenido de ácido natural presente de la paja (alrededor de 3 a 4 %) disuelve también de esta manera la celulosa sólida y la transfiere a una solución acuosa (auto-hidrólisis). Los polímeros biógenos son disociados a través de la actuación del ácido orgánico químicamente y/o a través de la influencia de las bacterias bioquímicamente en compuestos de bajo peso molecular (monosacáridos), aminoácidos, péptidos de cadena corta, ácidos grasos de cadena larga, glicerina). Éstos están presentes al final de la fase en forma disuelta en agua. No obstante, esto se realiza sin que deban añadirse en primer lugar enzimas, bacterias o levaduras. El material que contiene lignina es cedido en esta forma de realización sólo a la auto-hidrólisis y a la hidrólisis bacteriana.

La disolución descrita aquí en detalle con las cuatro etapas del procedimiento mencionadas es extraordinariamente efectiva y ventajosa, pero no es forzosamente necesario aplicar todas las cuatro etapas y se pueden realizar también procedimientos más sencillos con menos o bien solamente con una selección de las etapas, que permiten siempre todavía una fermentación de paja.

5 Con respecto a la disgregación química preferida, se puede obtener ya entonces una disgregación útil de la paja cuando ésta se mezcla antes de la introducción en el fermentador solamente con estiércol sólido y/o abono líquido, por que a través de la urea contenida allí se pueden reblandecer ya las estructuras de lignina. En este caso, incluso no es absolutamente necesario que se mezcle la paja antes de la introducción en el fermentador con abono líquido o  
10 estiércol sólido, sino que puede ser ya suficiente que la paja y el estiércol sólido sean superpuestos en capas alternas en el fermentador, dado el caso con capas intermedias de otros NawaRos no lignificados, penetrando la urea de las capas de estiércol sólido colocadas encima con el percolado en la capa con el material que contiene lignina y disolviendo de esta manera al menos parcialmente las estructuras superficiales de lignina. Esto representa un caso muy sencillo de disgregación química.

15 Aunque en los dibujos y en la descripción precedente se ha mostrado y de ha descrito en detalle un ejemplo de realización preferido, esto debería considerarse como puramente ejemplar y no debe limitar la invención. Hay que indicar que solamente se ha representado y se ha descrito el ejemplo de realización preferido y deben protegerse todas las variaciones y modificaciones, que están actualmente y en el futuro en el alcance de protección de la invención.

20 Lista de signos de referencia

10	Central eléctrica de biomasa
12	Sección de base
25	14 Sección de ampliación
16	Fermentador
18	Antesala del fermentador
20	Puerta del fermentador
22	Instalación de producción de corriente y de calor
30	24 Zona de suministro y de carga
26	Selección de la nave – antesala del fermentador
28	Sección de la nave de la zona de suministro y de la zona de carga
30	Puente técnico
31	Cámara de refrigeración del gas de salida
35	32 Acumulador de gas de láminas
34	Depósito de circulación de percolado
36	Sal técnica sur
38	Sala técnica norte
40	40 Bandas luminosas
42	Silo de suministro para masa fresca
44	Cinta transportadora
46	Silo de masa fresca
48	Sala de preparación
50	Sala de suministro de balas
45	52 Zona de disgregación
54	Almacén intermedio
56	Transportador de rodillos
58	Canal de paja
60	Silo de restos de fermentación
50	62 Paja a granel para restos de fermentación
64	Desvío para restos de fermentación
66	Cinta transportadora para restos de fermentación
68	Silos de carga para restos de fermentación
70	Instalación de deshidrogenación
55	72 Balas de paja
74	Lado inferior de la bala de paja 72
76	Lado superior de la bala de paja 72
78	Primer conjunto de taladros
80	Segundo conjunto de taladros
60	82 Instalación para el tratamiento con vapor saturado
83	Tapa
84	Depósito de presión
85	Bisagra
86	Acumulador central de distribución de gas
65	87 Instalación de alimentación
88	Espacio de instalación del motor

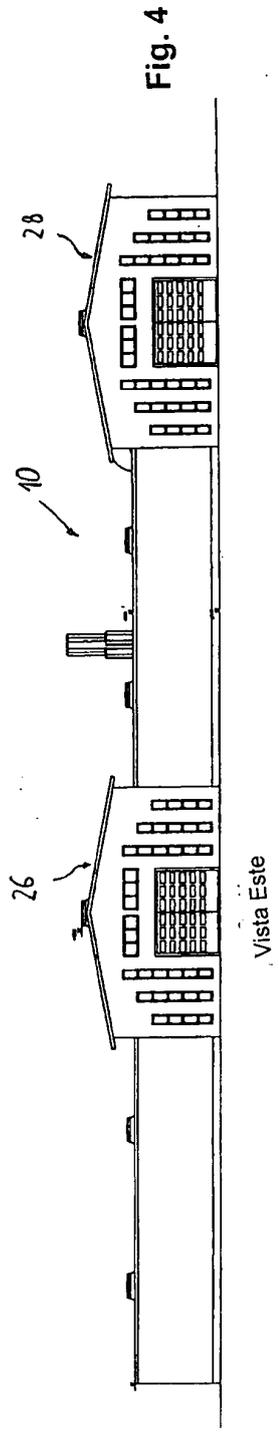
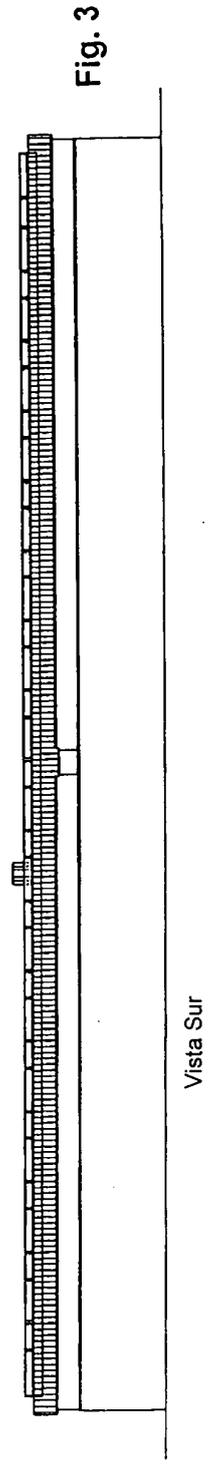
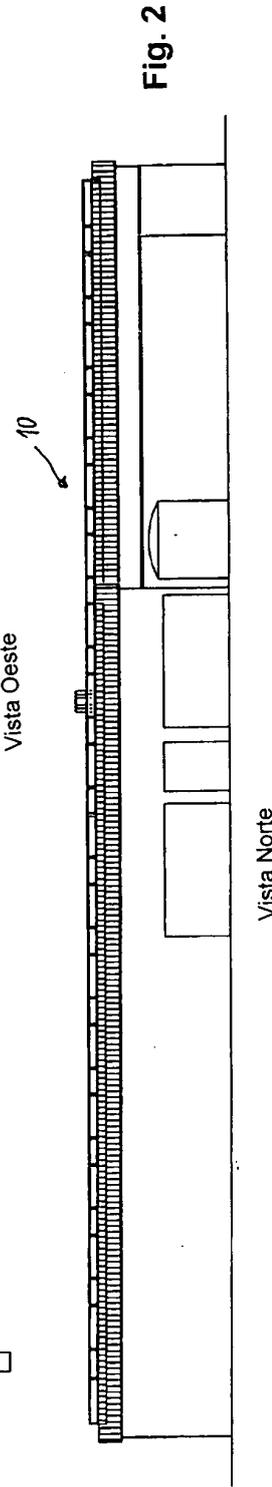
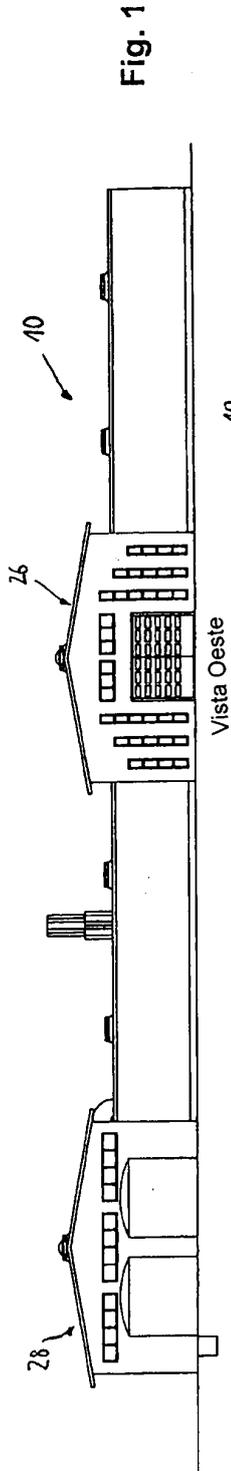
	89	Depósito
	90	Admisión de aire de los espacios de instalación del motor
	91	Mecanismo de cierre
	92	Ventilación de los espacios de instalación del motor
5	93	Conducto de alimentación
	94	Estación de amarre
	95	Válvula de alimentación
	96	Almacén
	97	Conducto de salida
10	98	Válvula de salida
	100	Compresor
	102	Vapor saturado
	103	Entrada de vapor saturado
	104	Instalación para el tratamiento de vapor saturado
15	106	Materia prima renovable que contiene lignina
	108	Corredera resistente a la presión
	110	Tolva
	112	Depósito de vapor
	114	Calefacción
20	116	Cinta transportadora
	117	Suspensión
	118	Conexión de tubos
	120	Conducto hacia PUT
	122	Instalación para el tratamiento con vapor saturado
25	124	Lanza
	126	Espacio hueco interior
	128	Orificio en la lanza 124
	130	Instalación para el tratamiento con vapor saturado
	132	Grúa
30	134	Carro de grúa
	136	Bastidor
	138	Pinzas para balas superiores
	140	Pinzas para balas inferiores

**REIVINDICACIONES**

- 1.- Instalación de biogas (10) para la producción de biogas, que comprende: al menos un fermentador para una fermentación bacteriana anaerobia de biomasa, y
- 5 (a) una instalación para la disgregación mecánica de paja que comprende un dispositivo para el desmenuzamiento mecánico de paja mecánico de paja a través de trituración, con preferencia trituración por medio de un molino de martillos, y
- (b) una instalación para la disgregación térmica de paja (82, 104, 122, 130) a través de tratamiento con vapor saturado o hidrólisis de presión térmica.
- 10 2.- Instalación de biomasa de acuerdo con la reivindicación 1, que presenta, además, una instalación para la disgregación química de paja, que comprende un depósito para el ablandamiento de la paja en agua, en una solución de ácido y agua, en una solución de lejía y agua, en percolado o en abono líquido.
- 15 3.- Instalación de biomasa (10) de acuerdo con la reivindicación 1, que está diseñada para la producción de biogas de acuerdo con el procedimiento de fermentación de sustancia sólida y comprende una pluralidad de fermentadores (16).
- 20 4.- Instalación de biomasa (10) de acuerdo con la reivindicación 1, en la que la instalación (82, 104, 122, 130) para el tratamiento con vapor saturado comprende un depósito de presión (84) y medios (112, 114), que son adecuados para generar en el depósito de presión (84) un vapor de agua, con una presión que está entre 20 y 30 bares y una temperatura, que está entre 180°C y 250°C.
- 25 5.- Instalación de biomasa (10) de acuerdo con la reivindicación 4, en la que en el depósito de presión (84) está previsto un depósito (88) permeable al vapor de agua, que es adecuado para el almacenamiento de paja suelta.
- 6.- Instalación de biomasa (10) de acuerdo con la reivindicación 5, que comprende medios (87) para el transporte del depósito /89) permeable al vapor de agua dentro y fuera del depósito de presión (84).
- 30 7.- Instalación de biomasa (10) de acuerdo con la reivindicación 5, en la que el depósito (89) permeable al vapor de agua presenta un orificio superior, a través del cual se puede cargar con paja suelta, y un orificio inferior, a través del cual la paja suelta puede caer desde el depósito (89) permeable al vapor de agua.
- 35 8.- Instalación de biomasa (10) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 7, en la que la instalación (130) para el tratamiento con vapor saturado comprende varios depósitos de presión (84), que están conectados entre sí a través de tuberías.
- 40 9.- Instalación de biomasa (10) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en la que las instalaciones para la disgregación mecánica y térmica y, dado el caso, para la disgregación química de paja están alojadas en una zona de suministro y de carga (24), en la que con preferencia la zona de suministro y de carga (24) comprende técnica de transporte estacionaria (44, 46, 56), que es adecuada para transportar masa fresca desde la zona de suministro y de carga (24) hacia una antesala del fermentador (28), desde la que son accesibles una pluralidad de fermentadores (16) del tipo de garaje.
- 45 10.- Instalación de biomasa (10) de acuerdo con la reivindicación 9, en la que la zona de suministro y de carga (24) comprende al menos un silo de suministro (42) integrado para masa fresca, con preferencia con primeros medios de transporte (44), que son adecuados para transportar masa fresca desde al menos un silo de suministro (42) para masa fresca hacia un silo de masa fresca (46), en la que los primeros medios de suministro comprenden una cinta transportadora (44), sobre la que se puede transportar masa fresca desde diferentes silos de suministro (42) hacia el silo de masa fresca (46).
- 50 11.- Instalación de biomasa (10) de acuerdo con la reivindicación 10, con segundos medios de transporte, en particular una pala de empuje, que son adecuados para transportar la masa fresca a través del silo de masa fresca (46) en dirección a la antesala del fermentador (18).
- 55 12.- Instalación de biomasa (10) de acuerdo con la reivindicación 9 ó 10, que comprende un lugar de descarga para balas de paja, estando prevista en el lugar de descarga una grúa (132), que es adecuada para agarrar y transportar balas de paja.
- 60 13.- Instalación de biomasa (10) de acuerdo con la reivindicación 12, que comprende transportadores de rodillos o transportadores de empuje, que son adecuados para transportar balas individuales o paquetes a lo largo de un canal de balas (58) hacia la antesala del fermentador (18).
- 65 14.- Instalación de biomasa (10) de acuerdo con la reivindicación 12 ó 13, con un trasbordador, que está dispuesto en el extremo del canal de balas (58) próximo a la antesala del fermentador (18) y que es adecuado para coger paquetes de balas desde el canal de balas (58) y transportarlos como paquete a un cargador de rudas o carretilla de horquilla elevadora.

- 15.- Instalación de biomasa (10) de acuerdo con una de las reivindicaciones 10 a 14, en la que el silo de suministro (42) y/o el silo de masa fresca (46) y/o el canal de balas (58) se pueden calentar, en particular por medio de calor de pérdida que es generado por uno o varios motores de gas.
- 5 16.- Instalación de biomasa (10) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, con un silo de restos de fermentación (60), que es accesible desde la antesala del fermentador (18) para la introducción de restos de fermentación, en la que el silo de restos de fermentación (60) contiene medios de transporte, con preferencia medios de transporte estacionarios, que son adecuados para transportar restos de fermentación (60), de manera que los medios de transporte estacionarios comprenden con preferencia tornillos sin fin, que están dispuesto en los extremos del silo de restos de fermentación (60).
- 10 17.- Instalación de biomasa (10) de acuerdo con la reivindicación 16, en la que el silo de restos de fermentación (60) está conectado en el sistema de biogas.
- 15 18.- Instalación de biomasa (10) de acuerdo con la reivindicación 16 ó 17, en la que en el extremo de entrada del silo de restos de fermentación (60) está dispuesta una cubeta de material a granel (62) para restos de fermentación.
- 19.- Instalación de biomasa (10) de acuerdo con una de las reivindicaciones 16 a 18, en la que en el extremo de salida del silo de restos de fermentación (60) está prevista una instalación (70) para la deshidrogenación de los restos de fermentación.
- 20 20.- Instalación de biomasa (10) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, con una instalación de gasificación, que es adecuada para generar gas de madera o bien gas débil a partir de restos de fermentación secos de acuerdo con los procedimientos de la gasificación de madera.
- 25 21.- Instalación de biomasa (10) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, con una instalación de secado para el secado de restos de fermentación, que comprende un secador de tambor o secador de cinta, que es adecuado para secar los restos de fermentación hasta un porcentaje de agua inferior a 25 %.
- 30 22.- Procedimiento para la producción de biogas a partir de paja, con las siguientes etapas: tratamiento previo de la paja para realizar una disgregación mecánica y térmica de la misma, en el que la disgregación mecánica de la paja se realiza a través de su trituración, con preferencia trituración por medio de un molino de martillos, y la disgregación térmica se realiza a través de un tratamiento con vapor saturado o hidrólisis con presión térmica, introducción de la paja pretratada en un fermentador (16) y generación de condiciones en el fermentador (16), que permiten una fermentación bacteriana anaerobia.
- 35 23.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 22, en el que adicionalmente se realiza una disgregación química de la paja a través de ablandamiento de la paja en agua, en una solución de agua y ácido, en una solución de agua y lejía, en percolado o en abono líquido.
- 40 24.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 22, en el que la trituración de la paja se realiza hasta una consistencia en forma de polvo.
- 45 25.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 22, en el que el tratamiento con vapor saturado se realiza de tal manera que ablanda las estructuras de lignina de la paja, pero la estructura exterior de la paja se mantiene, en general, esencialmente.
- 50 26.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 22, en el que la hidrólisis de presión térmica se realiza de tal manera que se disuelve la lignina contenida en la paja y a través de la actuación física de agua y calor se realiza una disgregación de los polímeros contenidos en la paja en monómeros.
- 55 27.- Instalación de biomasa de acuerdo con una de las reivindicaciones 22 a 26, en la que el tratamiento con vapor saturado se realiza a una temperatura entre 160°C y 240°C y una presión entre 20 y 30m bares durante menos de 20 minutos.
- 60 28.- Instalación de biomasa de acuerdo con una de las reivindicaciones 22 a 26, en la que la hidrólisis de presión térmica se realiza a una temperatura entre 160°C y 240°C y una presión entre 20 y 30 bares durante 60 a 120 minutos.
- 65 29.- Instalación de biomasa de acuerdo con una de las reivindicaciones 22 a 26, en la que la presión de tratamiento se reduce al final del tratamiento con vapor saturado dentro de cinco segundos al menos en el 80 %.
- 30.- Instalación de biomasa de acuerdo con una de las reivindicaciones 22 a 29, en el que la paja es ablandada antes del tratamiento con vapor saturado.

- 31.- Instalación de biomasa (10) de acuerdo con una de las reivindicaciones 22 a 30, en la que la paja es ablandada después del tratamiento con vapor saturado en una solución ácida, en particular percolado, en una solución alcalina o en abono líquido.
- 5 32.- Instalación de biomasa (10) de acuerdo con una de las reivindicaciones 22 a 31, en la que no se añaden a la paja al término del tratamiento previo y antes del comienzo de la fermentación anaerobia otros ácidos, enzimas, hongos o levaduras.
- 10 33.- Instalación de biomasa (10) de acuerdo con una de las reivindicaciones 22 a 32, en la que los restos de fermentación se secan a un porcentaje de agua inferior al 25 %, con preferencia inferior al 15 % y se gasifican en gas de madera o bien gas débil.
- 15 34.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 23, en el que en el caso de instalaciones de biogas con fermentación de sustancia sólida se realiza la disgregación química a través de una mezcla de la paja, que precede a la introducción de masa de fermentación en el fermentador, con estiércol sólido, abono líquido, percolado y/o masa de fermentación que contiene percolado.



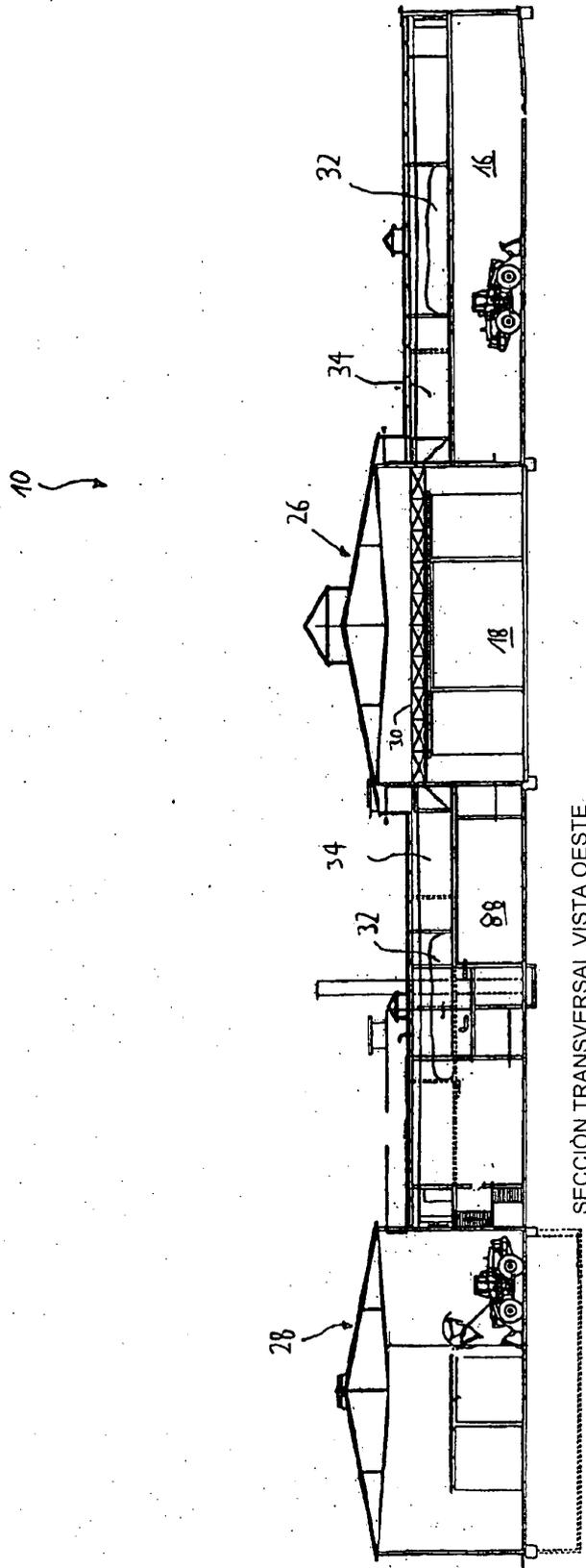


Fig. 5



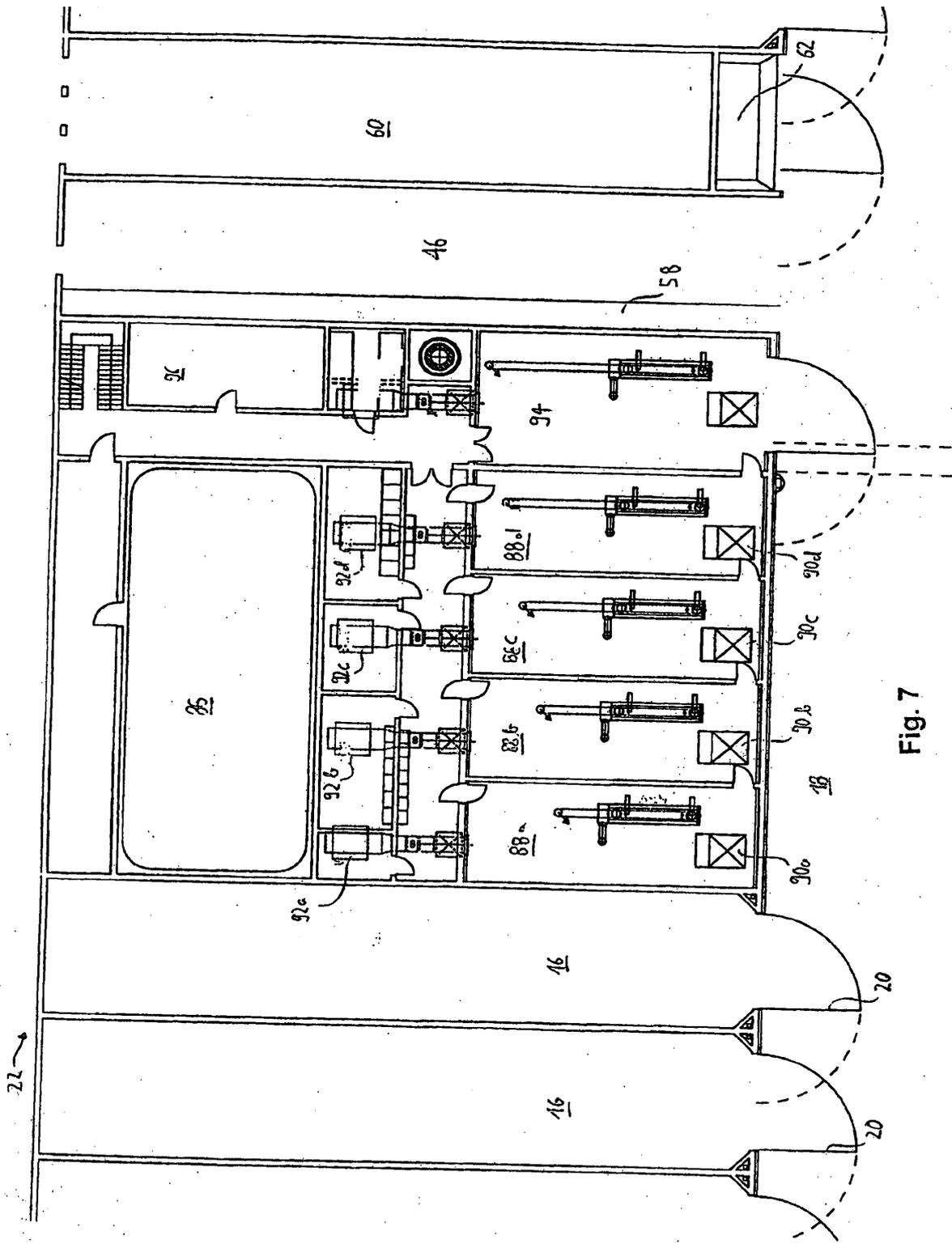


Fig. 7

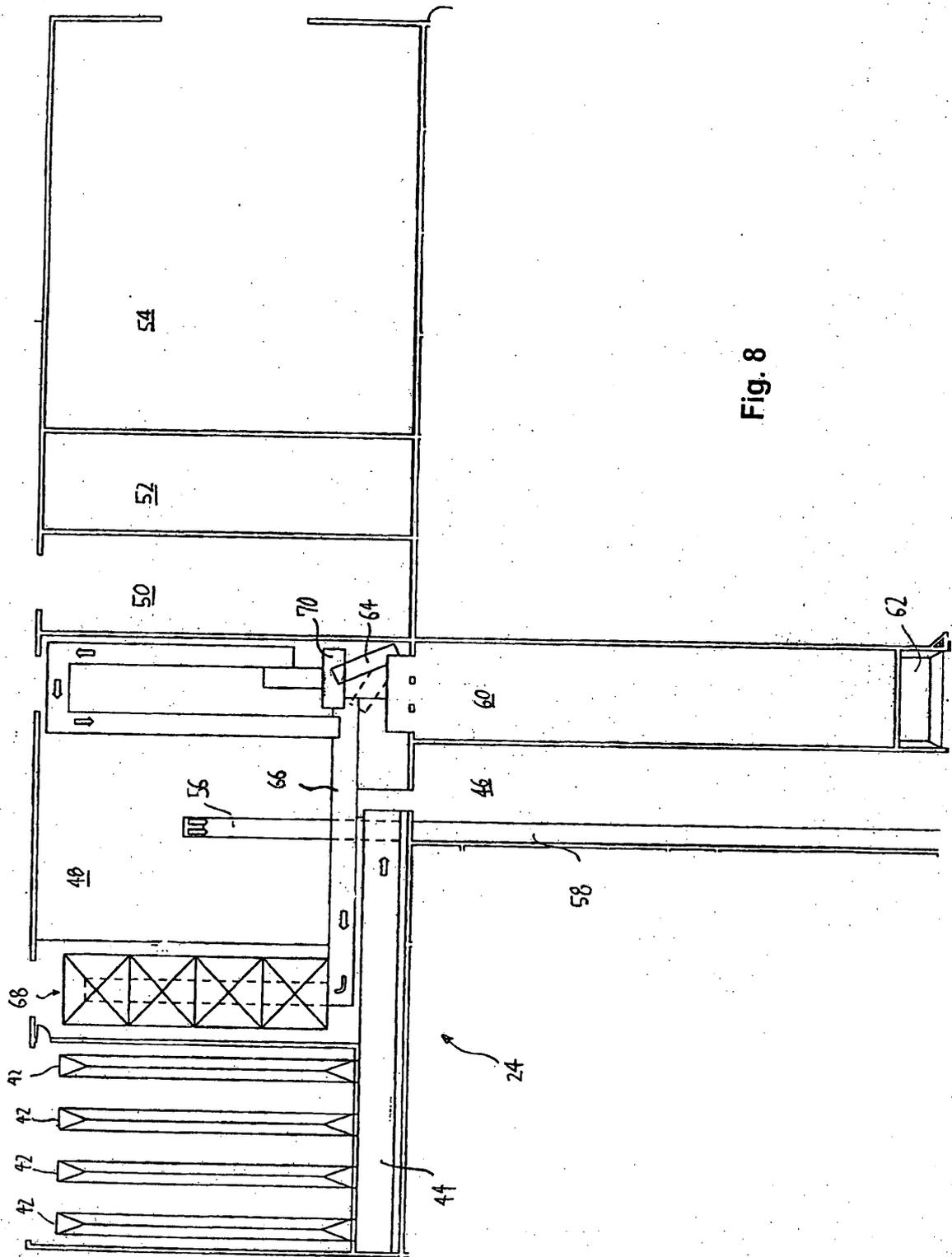


Fig. 8

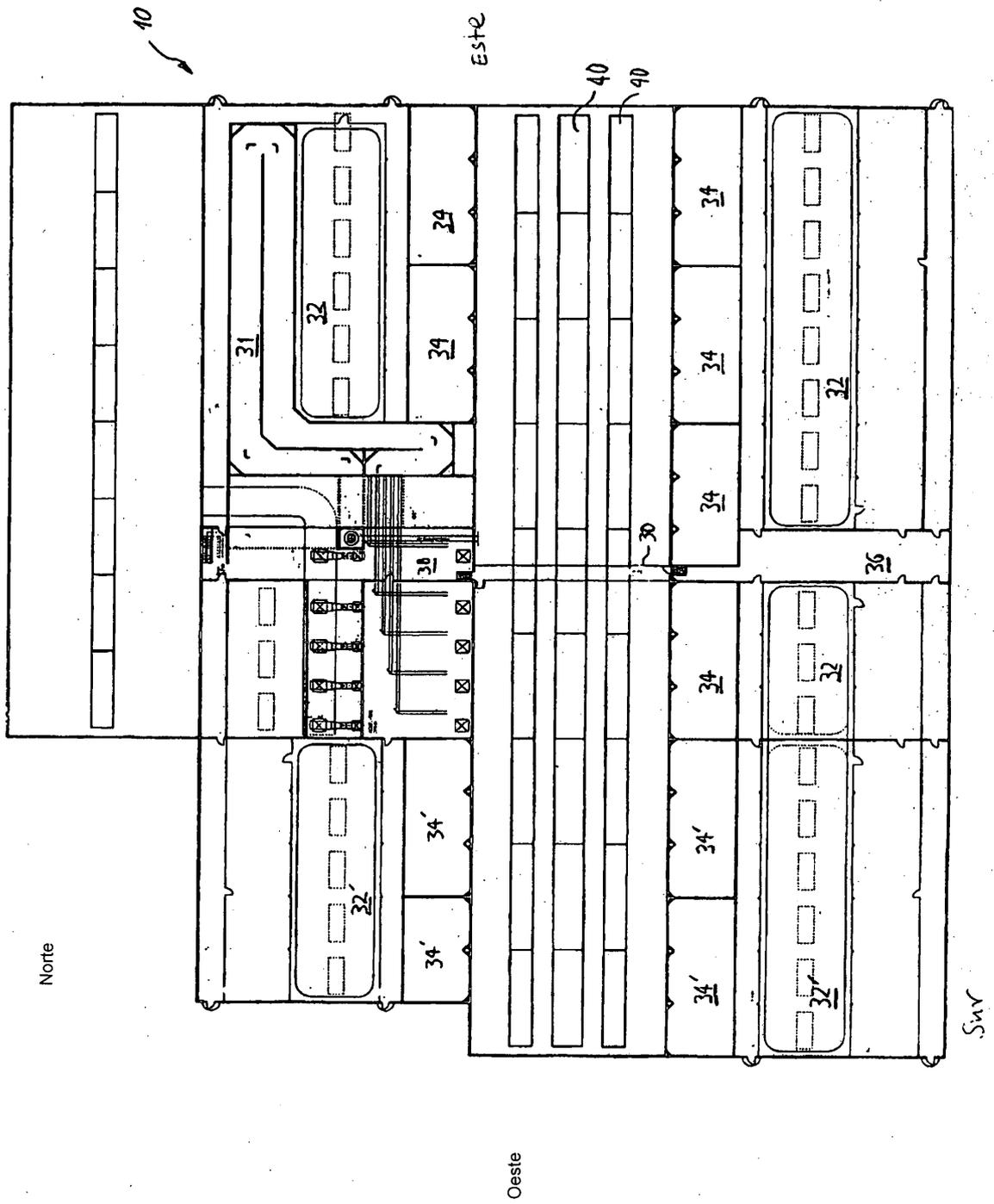
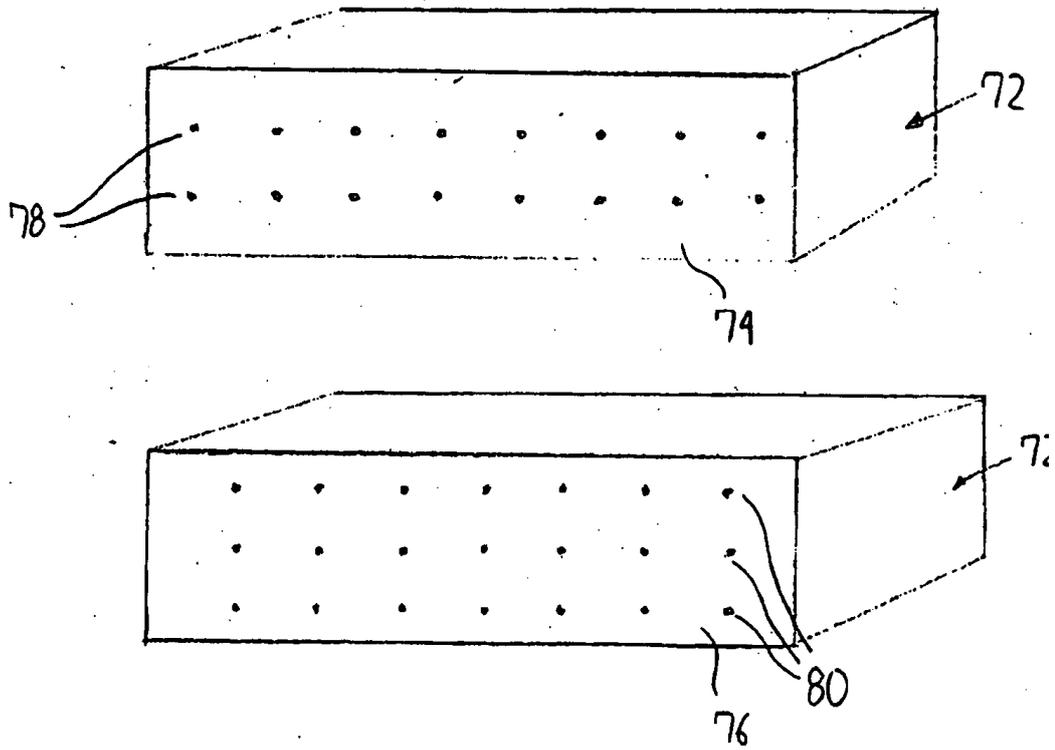


Fig. 9



**Fig. 10**

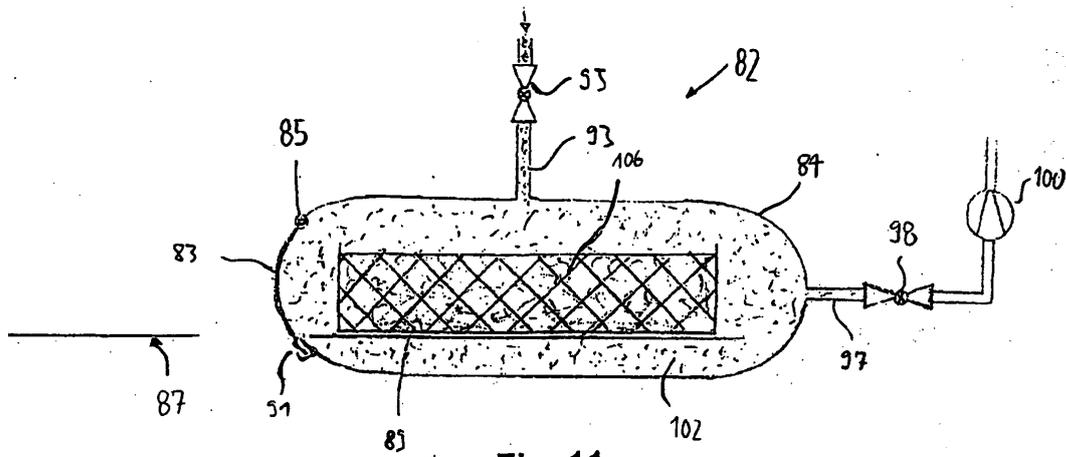


Fig. 11

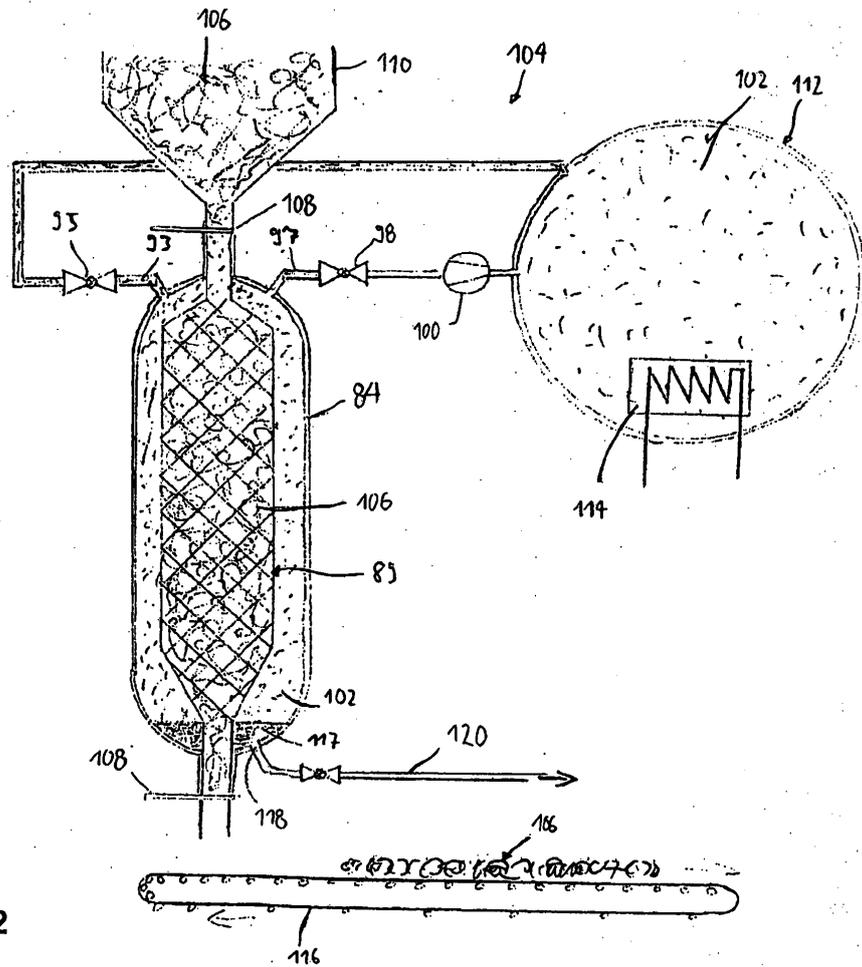


Fig. 12

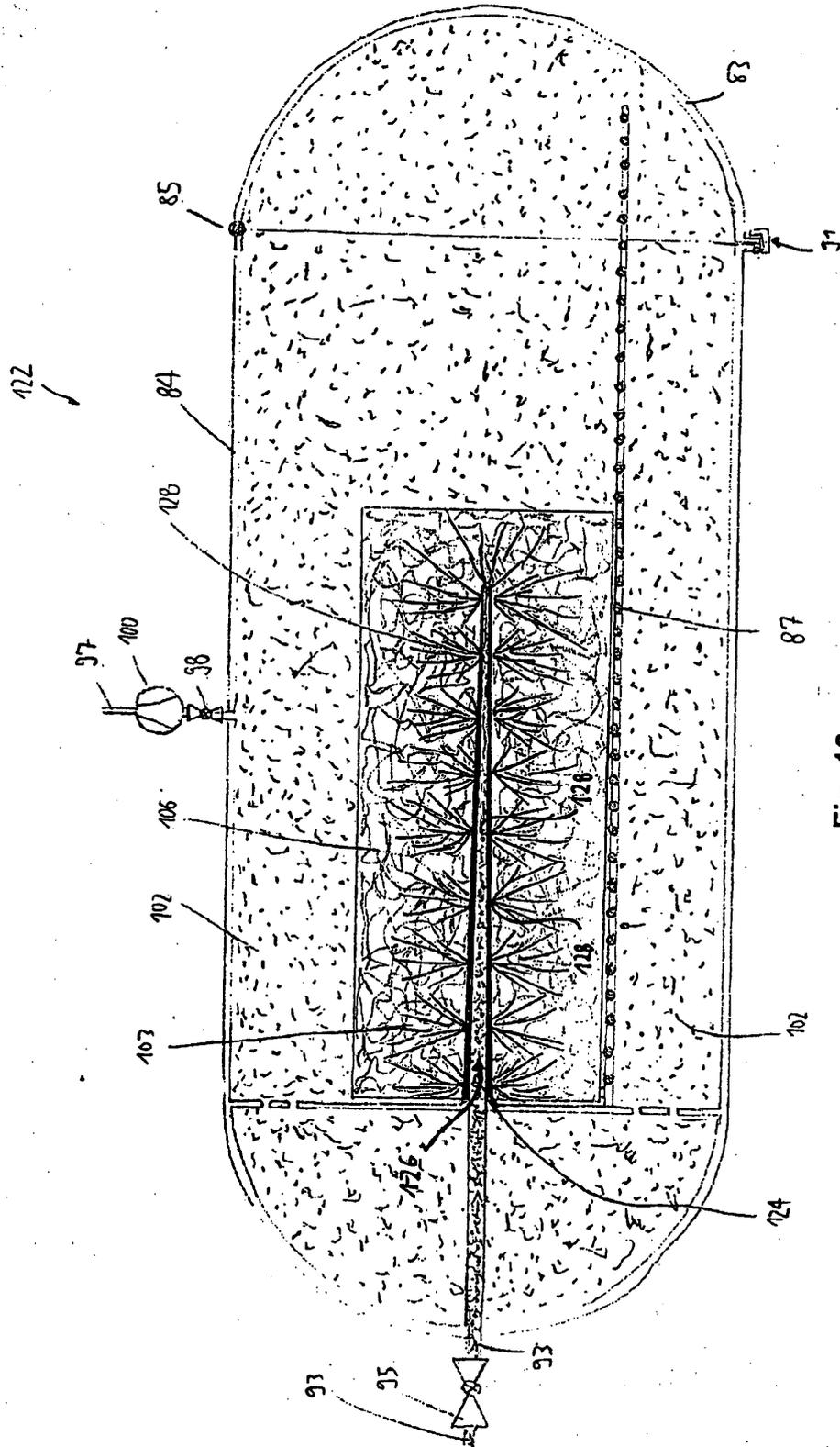


Fig. 13

