

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 550 254**

51 Int. Cl.:

**C12M 1/107** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.11.2012 E 12786972 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.08.2015 EP 2776551**

54 Título: **Tornillo sin fin para alimentar plantas de biogás**

30 Prioridad:

**11.11.2011 DE 202011107750 U**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**05.11.2015**

73 Titular/es:

**HUGO VOGELSANG MASCHINENBAU GMBH  
(100.0%)  
Holthöge 10-14  
49632 Essen, DE**

72 Inventor/es:

**VOGELSANG, HUGO**

74 Agente/Representante:

**ROEB DÍAZ-ÁLVAREZ, María**

**ES 2 550 254 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**

Tornillo sin fin para alimentar plantas de biogás

5 La invención se refiere a un transportador de tornillo sin fin para alimentar materias orgánicas a un fermentador de biogás sometido a una presión interior de gas. Otro aspecto de la invención es un procedimiento para cargar con sólidos orgánicos tal planta de biogás.

10 En las plantas de biogás se genera un gas combustible, típicamente por metanogénesis, mediante la fermentación de materias orgánicas en un fermentador. Los fermentadores son operados típicamente bajo una presión interior de gas que se genera mediante el cierre hermético al gas del fermentador y la extracción controlada del biogás generado dentro. Los fermentadores se pueden cargar con sólidos orgánicos de manera continua o casi continua (por lotes) para mantener en marcha el proceso de fermentación. Tanto durante como después de la carga hay que vencer o mantener la presión interior en el fermentador e impedir una salida no deseada de materias del fermentador.

15 Por el documento DE20216090U1 es conocido un dispositivo para alimentar residuos provenientes de establos a un fermentador de estiércol semilíquido, en el que los residuos provenientes de establos se introducen desde arriba en el fermentador mediante varios transportadores de tornillos sin fin. Por el documento DE29903208 es conocido un dispositivo similar para cargar un depósito de fermentación de una planta de biogás.

20 Además de los dispositivos ya conocidos para cargar un depósito de fermentación desde arriba, son conocidos también dispositivos para cargar el depósito de fermentación desde abajo que consiguen con frecuencia una mezcla mejor del sólido alimentado con el sólido ya existente en el depósito.

25 Un problema fundamental de la alimentación de sólidos al fermentador consiste en que se ha de impedir con seguridad un reflujo de sólidos, líquidos o gases desde el fermentador a través del dispositivo de alimentación. Esto se ha de impedir también cuando el dispositivo de alimentación está en funcionamiento y también cuando el dispositivo de alimentación no está en funcionamiento, por ejemplo, durante la alimentación casi continua de sólidos en procesos de alimentación sucesivos que se desarrollan escalonadamente.

30 Por el documento DE10252527B4 es conocido un dispositivo transportador para alimentar sólidos orgánicos a un depósito de fermentación, que comprende un transportador de tornillo sin fin que presenta una sección de tornillo sin fin sin aletas. Este dispositivo tiene el objetivo de prensar el material transportado en la zona de la sección de tornillo sin fin sin aletas para obturar así el transportador de tornillo sin fin contra el reflujo de sólidos, líquidos y gas. Sin embargo, debido a la sección de tornillo sin fin sin aletas en el transportador de tornillo sin fin se reduce la capacidad de transporte del transportador de tornillo sin fin y puede aumentar la resistencia interior en el transportador de tornillo sin fin en el caso de sólidos difíciles de transportar de tal modo que la capacidad de transporte cae a cero y se produce como resultado un atasco.

35 Por el documento DE202010000550U1 es conocido un dispositivo más desarrollado para la alimentación de sólidos a un depósito de fermentación, que presenta asimismo una sección de tornillo sin fin sin aletas y está equipado además con un tornillo sin fin de movimiento axial. La movilidad axial debe impedir atascos en el transportador de tornillo sin fin. El dispositivo ha resultado ser ventajoso en este sentido, pero exige un apoyo y un accionamiento complejos y propensos a fallos del tornillo sin fin de transporte para conseguir la movilidad y la rotación axiales superpuestas.

40 La invención tiene el objetivo de proporcionar un dispositivo de alimentación de sólidos orgánicos a plantas de biogás, que consiga un transporte fiable de sólidos orgánicos y garantice al mismo tiempo una obturación fiable del depósito de biogás contra la salida de sólidos, líquidos o gases a través del dispositivo de alimentación durante el funcionamiento y la parada del dispositivo de alimentación.

45 Este objetivo se consigue según la invención mediante un transportador de tornillo sin fin del tipo mencionado al inicio, que presenta en la sección de tapón una zona de ampliación, en la que se amplía la sección transversal de paso entre el tornillo sin fin de transporte y el tubo de tornillo sin fin en dirección de transporte y que presenta una zona de estrechamiento que está situada detrás de la sección de ampliación en la dirección de transporte y en la que se reduce la sección transversal de paso entre el tornillo sin fin de transporte y el tubo de tornillo sin fin en dirección de transporte.

50 El dispositivo transportador de tornillo sin fin, definido de esta manera, posibilita una alimentación eficiente y al mismo tiempo fiable de sólidos orgánicos a un fermentador sometido a presión, sin que exista el peligro de que los sólidos, líquidos o gases salgan del fermentador a través del transportador de tornillo sin fin en ninguna disposición de alimentación ni en ningún estado de funcionamiento. Esto se consigue al estar prevista una sección de tapón en el transportador de tornillo sin fin, en la que los sólidos orgánicos se compactan de manera tan eficiente que forman una barrera fiable contra tal paso de sólidos, líquidos y gases. Al mismo tiempo, esta sección de tapón está diseñada mediante una aleta de tornillo sin fin, configurada aquí, de modo que se puede evitar con fiabilidad una parada

mediante un atasco y realizar un transporte fiable durante el funcionamiento del transportador de tornillo sin fin. La sección de tapón se caracteriza por que su sección transversal de paso se amplía primero y se vuelve a estrechar a continuación en dirección de transporte, con lo que se obtiene la compactación y la obturación deseadas.

5 Por sección transversal de paso se debe entender aquí el espacio que existe como sección transversal dentro del tubo de tornillo sin fin y no es ocupado por elementos fijos o móviles montados en el tubo del tornillo sin fin, en particular el tornillo sin fin de transporte con las aletas de tornillo sin fin dispuestas encima. En los transportadores de tornillo sin fin típicos, la sección transversal de paso está configurada, por tanto, como ranura anular que está configurada entre el núcleo de árbol de tornillo sin fin y la pared interior del tubo de tornillo sin fin y que en  
10 dependencia de la cantidad de aletas de tornillo sin fin se reduce parcialmente mediante una o varias secciones transversales de las aletas de tornillo sin fin. Esta sección transversal de paso se puede ampliar, por una parte, mediante la reducción de las secciones transversales de los elementos constructivos dentro del tubo de tornillo sin fin, por ejemplo, una reducción del diámetro del núcleo de árbol de tornillo sin fin, o mediante un aumento del diámetro interior del tubo de tornillo sin fin o mediante ambas medidas. La sección transversal de paso se puede  
15 reducir, en cambio, mediante un aumento de las secciones transversales de los elementos constructivos montados dentro del tubo de tornillo sin fin, por ejemplo, un aumento del diámetro del núcleo del árbol de tornillo sin fin o un engrosamiento de la sección transversal de las aletas de tornillo sin fin, y de manera alternativa o adicional mediante una reducción del diámetro interior del tubo de tornillo sin fin.

20 Con el fin de conseguir una obturación efectiva está previsto según la invención que en la sección de tapón tenga lugar primero una ampliación de la sección transversal de paso que se lleva a cabo en la zona delantera de la sección de tapón en dirección de transporte. En la zona siguiente en dirección de transporte, es decir, en la parte mayor en dirección axial de la sección de tapón, que comprende preferentemente la zona central y la zona extrema de la sección de tapón, se reduce la sección transversal de paso. Se debe entender básicamente que tanto la  
25 ampliación como la reducción de la sección transversal de paso se pueden llevar a cabo en una o varias etapas, o sea, discontinuamente, y se pueden llevar a cabo también, de manera alternativa o en combinación al respecto, continuamente por completo o por secciones. Por un cambio continuo de una sección transversal de paso se debe entender aquí, por ejemplo, un cambio de una sección transversal que aumenta o disminuye constantemente, así como una reducción de una sección transversal variable de manera progresiva o regresiva.

30 Según una primera forma de realización preferida está previsto que el tornillo sin fin de transporte presente en una zona situada directamente en dirección de transporte al inicio de la sección de tapón una primera sección transversal de paso entre el tornillo sin fin de transporte y el tubo de tornillo sin fin, así como presente por detrás de la primera sección transversal de paso en la zona inicial de la sección de tapón una segunda sección transversal de paso, aumentada respecto a la primera sección transversal de paso, y presente en el extremo de la sección de tapón una  
35 tercera sección transversal de paso reducida respecto a la segunda. Esta configuración define una ampliación de la sección transversal de paso, realizada primero en una extensión axial corta, seguida de una reducción de la sección transversal de paso en una sección axial más larga de la sección de tapón, que ha resultada ser particularmente ventajosa respecto a una compactación eficiente y un transporte seguro.

40 Se prefiere además que la sección transversal de paso en la sección de tapón se amplíe escalonadamente en dirección de transporte en la zona inicial y/o se reduzca de manera continua en la mayor parte de la sección de tapón. Mediante la ampliación escalonada, definida de este modo, que va seguida de una reducción continua, se impide con fiabilidad un atasco en el transportador de tornillo sin fin y al mismo tiempo se consigue una  
45 compactación suficiente de los sólidos en la sección de tapón para obtener una obturación suficiente contra un paso de gas.

Según otra forma de realización preferida está previsto que la sección transversal de paso varíe delante de la sección de tapón, partiendo de una primera sección transversal de paso que presenta una geometría de sección  
50 transversal caracterizada por una primera medida de paso de esfera, a una segunda sección transversal de paso con una geometría de sección transversal, caracterizada por una segunda medida de paso de esfera mayor que la primera medida de paso de esfera, y varíe también a una tercera sección transversal de paso con una geometría de sección transversal, caracterizada por una tercera medida de paso de esfera menor que la segunda medida de paso de esfera, coincidiendo preferentemente la primera y la tercera medida de paso de esfera. Por una medida de paso  
55 de esfera se debe entender aquí el diámetro máximo que puede presentar una esfera para ser transportada en el transportador de tornillo sin fin a través de un punto correspondiente, caracterizado por la medida de paso de esfera. La medida de paso de esfera es relevante en particular en la aplicación para el transporte de sólidos orgánicos en plantas de biogás, porque esto permite caracterizar el transportador de tornillo sin fin respecto a su capacidad de transportar materiales duros contenidos en los sólidos orgánicos, en particular piedras, sin sufrir daños ni  
60 bloquearse. Mientras mayor es la medida de paso de esfera, menos sensible y más eficiente es el transportador de tornillo sin fin respecto a esta característica. Mediante la configuración según la invención se logra en particular una compactación de los sólidos orgánicos debido a las correspondientes reducciones de la sección transversal de paso, sin que la medida de paso de esfera, partiendo de una medida inicial de paso de esfera, tenga que disminuir a una medida inferior a ésta en toda la longitud del transportador de tornillo sin fin.

65 Según otro aspecto ventajoso de la invención se proporciona un transportador de tornillo sin fin del tipo descrito al

inicio, caracterizado por una sección de separación que está dispuesta delante de la sección de tapón en dirección de transporte y comprende una pluralidad de orificios en el tubo de tornillo sin fin y un dispositivo colector de líquido por fuera del tubo de tornillo sin fin. El transportador de tornillo sin fin puede estar configurado en particular de acuerdo con una de las realizaciones, según la invención, que se explican antes. La sección de separación, puesta a disposición según esta configuración, impide que el contenido del transportador de tornillo sin fin acumule líquido y alcance así una viscosidad demasiado baja para ser transportado con eficiencia por el transportador de tornillo sin fin. El drenaje se puede realizar aquí en particular a través de una pluralidad de orificios distribuidos en la periferia a lo largo de la extensión axial de la sección de separación, por ejemplo, mediante una realización, similar a una criba, del tubo de tornillo sin fin en la zona de la sección de separación. Mediante la disposición de la sección de separación delante de la sección de tapón en dirección de transporte se apoya adicionalmente una compactación eficiente de los sólidos orgánicos en la sección de tapón.

Otro aspecto de la invención es un transportador de tornillo sin fin del tipo descrito al inicio que está caracterizado por un orificio de alimentación de líquido de aclarado para alimentar un líquido de aclarado a la sección transversal de paso entre el tubo de tornillo sin fin y el tornillo sin fin de transporte en la zona del segundo extremo de tubo de tornillo sin fin en dirección de transporte detrás de la sección de tapón. Tal orificio de entrada para aclarado permite que en la zona del orificio de salida en el segundo extremo de tubo de tornillo sin fin, la masa orgánica compactada, dado el caso, con un contenido reducido de líquido, sea transportada de manera fiable hacia afuera del transportador de tornillo sin fin al fluidificarse ésta adicionalmente, es decir, al reducirse su viscosidad. Para el aclarado se puede usar un medio portador, por ejemplo, material recirculado o estiércol semilíquido, en particular un líquido obtenido en la zona de una sección de separación. La inyección del líquido de aclarado contribuye además a mezclar el tapón compactado, producido antes, lo que crea un punto de partida favorable para la fermentación posterior.

A este respecto está previsto preferentemente que un orificio de entrada para aclarado esté dispuesto en el lado frontal del tubo de tornillo sin fin y desemboque en un conducto de aclarado que discurre axialmente en dirección longitudinal del tubo de tornillo sin fin y se extiende a partir del segundo extremo del tubo de tornillo sin fin hasta al menos un orificio radial de alimentación de líquido de aclarado que desemboca en la sección transversal de paso entre el tornillo sin fin de transporte y el tubo de tornillo sin fin. Esta configuración proporciona una construcción ventajosa para introducir el líquido de aclarado en la zona del segundo extremo del transportador de tornillo sin fin, que permite una construcción de fácil mantenimiento y robusta al mismo tiempo, en particular al interactuar con un orificio de salida radial del tubo de tornillo sin fin. Están previstos ventajosamente varios orificios radiales de alimentación de líquido de aclarado que se encuentran distribuidos en la periferia y se extienden a partir del espacio interior del árbol de tornillo sin fin o del conducto de aclarado para conseguir una mezcla fiable de los sólidos orgánicos con el líquido de aclarado en la zona del segundo extremo.

Según otra variante está previsto que el tornillo sin fin de transporte esté configurado como árbol hueco en la zona del segundo extremo para conducir el líquido de aclarado por el espacio interior del tornillo sin fin. Esta configuración permite transportar directamente el líquido de aclarado a la zona de los sólidos orgánicos con una mezcla eficiente.

Se prefiere asimismo que el tornillo sin fin esté apoyado con posibilidad de giro en la zona del segundo extremo en una tubuladura que está fijada en el tubo de tornillo sin fin de manera resistente al par de giro y se extiende axialmente hacia una cavidad del tornillo sin fin de transporte. Con esta forma de realización se logra un aclarado y una mezcla eficientes en la zona del segundo extremo, por una parte, y al mismo tiempo un apoyo robusto y simple, en lo relativo a la técnica de montaje, del tornillo sin fin de transporte. La tubuladura se puede aprovechar en particular para conducir el líquido de aclarado.

De acuerdo con otra realización preferida según la invención, el transportador de tornillo sin fin, explicado al inicio, se puede perfeccionar mediante al menos una aleta de tornillo sin fin en la zona del segundo extremo del tubo de tornillo sin fin que está fijado de manera separable en el tornillo sin fin de transporte. En la zona del segundo extremo pueden estar dispuestas básicamente aletas de tornillo sin fin que están situadas de manera helicoidal alrededor del árbol de tornillo sin fin o se extienden como palas axialmente en dirección longitudinal en el árbol de tornillo sin fin. Ambas configuraciones de aletas de tornillo sin fin se pueden usar en particular para transportar hacia fuera los sólidos orgánicos, dado el caso, fluidificados mediante un líquido de aclarado, a través de un orificio de salida radial en el tubo de tornillo sin fin. Estas aletas de tornillo sin fin en la zona del segundo extremo se pueden utilizar aquí en particular como magnitudes de control constructivas al reducir éstas con su geometría la sección transversal de paso en este segundo extremo en un menor o mayor grado. Por tanto, en el transporte de sólidos orgánicos con un alto contenido de líquido puede ser ventajoso que en la zona del segundo extremo se monten aletas de tornillo sin fin que provocan una reducción alta de la sección transversal en esta zona extrema para apoyar así el efecto de compactación en la sección de tapón. En cambio, cuando se transportan sólidos orgánicos particularmente secos, se desea una reducción de la sección transversal lo más pequeña posible en la zona del segundo extremo y se pueden montar así aletas de tornillo sin fin correspondientemente estrechas. Para poder ajustar fácilmente el dispositivo transportador de tornillo sin fin, según la invención, a diferentes consistencias de sólidos orgánicos y conseguir una compactación y un transporte ideales en todos los casos, es ventajoso que las aletas de tornillo sin fin estén montadas de manera separable en la zona del segundo extremo. En este sentido se debe entender que estas aletas de tornillo sin fin en la zona del segundo extremo pueden estar realizadas como una

prolongación de la aleta de tornillo sin fin del árbol de tornillo sin fin y, por consiguiente, solo están realizadas como sección montada de manera separable o las aletas de tornillo sin fin están configuradas como elemento constructivo separado y, dado el caso, con un paso diferente, respecto a la aleta o las aletas de tornillo sin fin en la zona restante del tornillo sin fin de transporte. En la zona del segundo extremo puede estar dispuesta básicamente una única aleta de tornillo sin fin o varias aletas de tornillo sin fin y en caso de existir varias aletas de tornillo sin fin, una o varias de estas aletas pueden estar montadas de manera separable.

Está previsto también preferentemente que el transportador de tornillo sin fin, según la invención, se perfeccione mediante una primera aleta de tornillo sin fin, que se puede montar sobre el transportador de tornillo sin fin, y una segunda aleta de tornillo sin fin que se puede montar de manera alternativa a la primera y presenta una sección transversal que, en comparación con la primera aleta de tornillo sin fin, ocupa una mayor superficie de sección transversal de la sección transversal de paso entre el tornillo sin fin de transporte y el tubo de tornillo sin fin. Esta configuración proporciona un juego de aletas de tornillo sin fin diferentes para la zona del segundo extremo del transportador de tornillo sin fin, que posibilita una adaptación a sólidos orgánicos o tareas de transporte diferentes.

Otro aspecto de la invención es un transportador de tornillo sin fin del tipo, descrito al inicio, que se perfecciona al encerrar la pared interior del tubo de tornillo sin fin una superficie de sección transversal interior no circular. Esta configuración según la invención soluciona un problema específico de los transportadores de tornillo sin fin, operados con sólidos diferentes, que consiste en que tales transportadores de tornillo sin fin experimentan una reducción de su capacidad de transporte en presencia de determinadas consistencias de los sólidos orgánicos, porque el material transportado gira en parte a la vez en el tubo de transporte. Tan pronto se produce tal giro parcial o incluso completo del material transportado junto con el tornillo sin fin de transporte, la capacidad de transporte se reduce significativamente o por completo. La realización no circular de la sección transversal, que encierra la pared interior del tubo de tornillo sin fin, impide de manera fiable un giro simultáneo del material transportado al poderse apoyar el material transportado en zonas geométricas, correspondientemente no circulares, del par de giro de la pared del tubo y al aumentar como resultado la adherencia al tubo. Por una superficie de sección transversal interior no circular se debe entender aquí cualquier superficie de sección transversal no delimitada por un círculo. Esto comprende en particular límites de sección transversal ovales, límites de sección transversal irregulares, por ejemplo, según una geometría elipsoidal triple o cuádruple.

En particular se prefiere que la pared interior del tubo de tornillo sin fin encierre una superficie de sección transversal interior angular. Tal superficie de sección transversal interior angular se puede delimitar exteriormente, por ejemplo, mediante un contorno triangular. Son ventajosas asimismo delimitaciones mediante contornos exteriores cuadrados, pentagonales y hexagonales en determinadas aplicaciones, así como delimitaciones del contorno exterior mediante formas poligonales con más de seis esquinas. A este respecto se debe entender que el grado seleccionado de desviación respecto a la sección transversal circular es determinante, por una parte, para aumentar la adherencia de los sólidos a la pared interior del tubo y es determinante, por la otra parte, para la medida del espacio que se origina entre las aletas de tornillo sin fin y el tubo de tornillo sin fin y que puede provocar una fuga. Mientras más se aproxime la geometría de la sección transversal a la forma circular, menor podrá ser la medida seleccionada de este espacio, pero menor será también el efecto de adherencia adicional debido a la geometría no circular y, por tanto, mayor será el peligro de una rotación simultánea de los sólidos con el tornillo sin fin de transporte.

Según otro aspecto de la invención se proporciona un transportador de tornillo sin fin que comprende un tubo de tornillo sin fin, que se extiende en una dirección longitudinal, con un orificio de entrada y un orificio de salida en la zona de un segundo extremo de tubo de tornillo sin fin y comprende un tornillo sin fin de transporte que se extiende en dirección longitudinal, está dispuesto en el tubo de tornillo sin fin, está apoyado de manera giratoria y se puede hacer rotar mediante un accionamiento de tornillo sin fin. El transportador de tornillo sin fin está caracterizado por que el orificio de entrada está configurado como orificio radial en el tubo de tornillo sin fin y se extiende por una sección de orificio de entrada en dirección longitudinal del tubo de tornillo sin fin y por que el tornillo sin fin de transporte presenta en la zona de la sección de orificio de entrada un primer y un segundo paso de tornillo sin fin distinto del primero. Este transportador puede estar configurado en particular según las características de las formas de realización, descritas antes, del transportador de tornillo sin fin según la invención. La forma de realización del transportador de tornillo sin fin define una solución específica para un problema que puede aparecer en la zona de alimentación de sólidos a través de una tolva abierta de tornillo sin fin que configura un orificio de entrada radial. En el caso de tal alimentación radial a través de una zona axial definida se puede observar a menudo en sólidos determinados una recepción irregular de los sólidos desde la tolva de tornillo sin fin o desde el orificio de entrada, que permite primero una recepción en la zona extrema de entrada del transportador de tornillo sin fin y solo después de vaciarse la tolva de tornillo sin fin en el lado extremo posibilita una recepción de material desde las zonas de la tolva de tornillo sin fin que se extienden desde el extremo de la tolva de tornillo sin fin en dirección del segundo extremo del transportador de tornillo sin fin. Este desplazamiento observado del punto de llenado de atrás hacia delante puede provocar dificultades en el caso de unidades de carga preconectadas, por ejemplo, un fondo deslizante, y puede complicar considerablemente en particular los procesos de control y regulación destinados a controlar o regular cualitativa o cuantitativamente las cantidades transportadas. Además, debido a este problema existe el peligro de que la tolva de tornillo sin fin se llene excesivamente por secciones y se desborde o no se llene lo suficiente, lo que podría ocasionar un transporte sin carga. Tal transporte sin carga provoca a su vez concretamente una obturación insuficiente que se debe evitar según la invención.

La realización del transportador de tornillo sin fin, proporcionada según la invención, en la zona del orificio de entrada impide esta recepción irregular de los sólidos desde la tolva de tornillo sin fin mediante una configuración específica de las aletas del tornillo sin fin. El paso se ajusta según la invención en concordancia con las diferentes condiciones de llenado y recepción. En particular puede estar previsto que las zonas, que no consigan una recepción eficiente desde la tolva de tornillo sin fin, se provean de un paso mayor de tornillo sin fin que las zonas que se llenan preferentemente desde la tolva de tornillo sin fin y que presentan un paso correspondientemente menor.

A este respecto puede estar previsto en particular que el paso del tornillo sin fin cambie continuamente en la zona de la sección del orificio de entrada. Tal cambio continuo permite un transporte a prueba de bloqueos que puede contrarrestar eficazmente un cambio continuo en la eficiencia de la recepción a lo largo de la tolva de llenado.

También está previsto preferentemente que el paso del tornillo sin fin en la zona, que indica hacia el primer extremo de tubo de tornillo sin fin, de la sección de orificio de entrada sea menor que en la zona, que indica hacia el segundo extremo de tubo de tornillo sin fin, de la sección de orificio de entrada. Mediante esta forma de realización se puede solucionar eficazmente el problema, observado a menudo, de un aumento de la recepción desde la tolva de tornillo sin fin en la zona contigua al primer extremo.

Otro aspecto de la invención es una planta de biogás que comprende un fermentador, que se puede cerrar de manera hermética al gas, con un orificio de alimentación de sólidos de un orificio de evacuación de gas, estando caracterizada la misma según la invención por un transportador de tornillo sin fin de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, cuyo orificio de salida está unido directamente con el orificio de alimentación de sólidos o con un conducto de alimentación, sometido a una presión interior del fermentador, hacia el orificio de alimentación de sólidos del fermentador. La planta de biogás, proporcionada según la invención, hace posible un transporte fiable continuo o casi continuo de sólidos orgánicos a un fermentador y, con esto, una obturación segura contra la salida no deseada de sólidos, líquidos o gases a través del transportador de tornillo sin fin, cuando el transportador de tornillo sin fin está en servicio o fuera de servicio.

El transportador de tornillo sin fin, según la invención, funciona preferentemente según un procedimiento para alimentar sólidos orgánicos a un fermentador, sometido a una presión interior, con las etapas siguientes: transportar las materias orgánicas mediante un transportador de tornillo sin fin desde un orificio de entrada hasta un orificio de salida unido directamente al fermentador de manera hermética al gas; compactar las materias orgánicas en el transportador de tornillo sin fin para impedir o reducir el paso del gas a través del transportador de tornillo sin fin, realizándose la compactación de las materias orgánicas preferentemente mediante la reducción de la sección transversal de paso del transportador de tornillo sin fin en dirección de transporte y ampliándose preferentemente la sección transversal de paso en dirección de transporte antes de la reducción; separar opcionalmente líquido de las materias orgánicas a través de varios orificios radiales en el transportador de tornillo sin fin antes de la compactación; y aclarar opcionalmente con un líquido después de la compactación.

Una forma de realización preferida de la invención se explica por medio de las figuras adjuntas. Muestran:

Figura 1 una vista lateral, en corte longitudinal vertical, de un transportador de tornillo sin fin según la invención; Figura 2 una vista en planta, en corte longitudinal parcial horizontal, del transportador de tornillo sin fin según la figura 1;

Figura 3 una vista en corte parcial en perspectiva del transportador de tornillo sin fin según las figuras 1 y 2;

Figura 4 una vista detallada según el detalle Z marcado en la figura 1;

Figura 5a una vista en corte transversal a lo largo de la línea A-A en la figura 1 con aletas de tornillo sin fin montadas; y

Figura 5b una vista en corte transversal a lo largo de la línea A-A en la figura 1 con aletas de tornillo sin fin desmontadas.

En las figuras 1, 2 y 3 está representado un transportador de tornillo sin fin 1 que comprende básicamente un tubo de tornillo sin fin 10, en el que un tornillo sin fin de transporte 20 está montado de manera giratoria alrededor de un eje longitudinal 100. El tornillo sin fin de transporte comprende un núcleo de tornillo sin fin de transporte 23 y aletas de tornillo sin fin 21a, b, 22a-c.

Un orificio de entrada 30 se extiende a partir de un primer extremo 11 del tubo de tornillo sin fin 10 en dirección axial en dirección de un segundo extremo 12 del tubo de tornillo sin fin 10 aproximadamente por la mitad de la longitud total del tubo de tornillo sin fin 10. El orificio de entrada 30 está configurado como tolva de tornillo sin fin 13 y posibilita una alimentación radial de sólidos orgánicos al tubo de tornillo sin fin 10.

En la zona del segundo extremo 12 está dispuesto un orificio de salida 40, configurado como brida de tubo, que se extiende también radialmente y cuya dirección de salida está girada en 90 grados respecto al eje longitudinal 100 en relación con la dirección de entrada de los sólidos orgánicos en el orificio de entrada 30.

En el primer extremo 11 del tubo de tornillo sin fin 10, un motor de accionamiento eléctrico 50 está unido por brida al

tubo de carcasa mediante un engranaje intermedio 60. El motor de accionamiento 50 hace rotar el tornillo sin fin de transporte 20 alrededor del eje longitudinal 100 mediante el engranaje intermedio 60.

5 El tornillo sin fin 20 presenta una primera sección de transporte 80a que extiende por toda la zona del orificio de entrada y comprende también una zona situada a continuación, en la que el tornillo sin fin de transporte 20 está rodeado por una sección de tubo cerrada del tubo de transporte. En esta primera sección de transportador de tornillo sin fin 80a, el tornillo sin fin de transporte 20 presenta un diámetro constante del núcleo de tornillo sin fin de transporte 23 y una diámetro exterior constante de las aletas de tornillo sin fin 21a, dispuestas encima. Las aletas de tornillo sin fin 21a están realizadas como rosca sencilla, colocada alrededor del núcleo de tornillo sin fin de transporte en dirección longitudinal.

15 Se debe entender que el paso en esta primera sección de tornillo sin fin de transporte 80a puede ser constante en toda la longitud para las aletas de tornillo sin fin 21a. Sin embargo, en una sección, contigua al motor 50, de la primera sección de transportador de tornillo sin fin 80a puede estar previsto asimismo un paso de rosca menor que en una sección, situada más adelante en dirección de transporte, de la sección de transportador de tornillo sin fin 80a para conseguir un vaciado uniforme axialmente de la tolva de tornillo sin fin 13.

20 Una segunda sección de transportador de tornillo sin fin 80b se une a la primera sección de transportador de tornillo sin fin 80a en dirección de transporte. En esta segunda sección 80b, el tubo de tornillo sin fin está interrumpido por varios orificios 14 y rodeado por una carcasa 15. En esta sección de separación 80b, el líquido sale del tubo de tornillo sin fin a través de los orificios 14, mediante lo que se consigue drenar los sólidos orgánicos. El líquido expulsado se recoge en la carcasa 15 y se evacua a través de una tubuladura 16 que señala hacia abajo en dirección de la fuerza de gravedad.

25 A esta segunda sección de transportador de tornillo sin fin 80b se une en dirección de transporte una tercera sección de transportador de tornillo sin fin 80c que se puede cruzar en parte con la sección de separación 80b desde el punto de vista funcional. Mientras que el tornillo sin fin de transporte está realizado en la segunda sección 80b de la misma manera que en la primera sección 80a, el diámetro del núcleo del tornillo sin fin 23 se reduce de manera escalonada en la tercera sección 80c mediante un escalón a un diámetro de núcleo marcadamente reducido en una zona 23a. Esta reducción se produce en la zona inicial de la tercera sección 80c y provoca un aumento de la sección transversal de paso. Partiendo de esta reducción, el diámetro del núcleo de tornillo sin fin de transporte se amplía de nuevo al diámetro original del núcleo de tornillo sin fin de transporte que también es constante en la primera y la segunda sección 80a, b. Esta ampliación se consigue mediante una configuración cónica en una zona 23b prácticamente a todo lo largo de la tercera sección 80c. El aumento provoca una reducción de la sección transversal de paso.

40 En esta tercera sección 80c, que funciona como sección de tapón, pueden estar realizadas aletas de tornillo sin fin 21b con un paso decreciente en dirección de transporte para apoyar el efecto de compactación. Las aletas de tornillo sin fin 21b pueden presentar en la sección 80c un diámetro exterior menor que en la sección 80b y pueden estar realizadas con un diámetro exterior constante. Esto provoca que las aletas de tornillo sin fin presenten una profundidad radial decreciente en dirección de transporte debido al diámetro de núcleo creciente en la sección de tapón 80c. El tubo de tornillo sin fin está realizado con pequeños orificios en la zona inicial de la sección de tapón 80c, de modo que la sección de tapón 80c y la sección de separación 80b se cruzan en parte desde el punto de vista funcional. El tubo de tornillo sin fin está cerrado a su vez como en la sección 80a en una zona central y extrema de la sección de tapón 80c que sigue a continuación en dirección de transporte

50 Dentro de la sección de tapón 80c, en su extremo (izquierdo en las figuras 1 y 2) situado detrás en dirección de transporte, se forma un tapón compacto de sólidos orgánicos, que provoca una obturación fiable contra el paso no deseado de sólidos, líquidos o gases durante el funcionamiento y la parada del transportador de tornillo sin fin.

A la sección de tapón 80c se une una cuarta sección de transportador de tornillo sin fin 80d en dirección de transporte, que funciona como sección de expulsión. Como se puede observar en particular en las figuras 5a, b, en la sección de expulsión 80d están montadas tres aletas de tornillo sin fin 22a-c que se extienden en dirección axial y presentan un paso mayor que las aletas de tornillo sin fin 21a, b. Estas tres aletas de tornillo sin fin 22a-c están fijadas en el núcleo del tornillo sin fin, configurado como árbol hueco 23c en la sección 80d.

60 Una brida de soporte 25 está fijada de manera resistente al par de giro en el tornillo sin fin 20 entre la sección de tapón 80c y la sección de expulsión 80d. En la brida de soporte están configurados dos taladros en 120° respectivamente, distribuidos en la periferia y usados para montar e intercambiar opcionalmente tres aletas de tornillo sin fin 24a-c, por ejemplo, para adaptar la sección transversal de paso, visible en las figuras 5a, b, a la consistencia de los sólidos transportados mediante las tres aletas de tornillo sin fin 22a-c.

65 Las aletas de tornillo sin fin 22a-c y 24a-c provocan una expulsión eficiente, radialmente hacia fuera, de los sólidos orgánicos transportados a través del orificio de salida 40. Las aletas de tornillo sin fin 24a-c pueden provocar de manera adicional una trituración de los sólidos transportados y, por tanto, pueden funcionar como cuchillas de corte rotativas.

5 En la zona de la sección de expulsión 80d, el tornillo sin fin 20 está realizado como árbol hueco 23c y encierra una tubuladura de conexión 90, montada de manera resistente al par de giro en una pared frontal 17 en el extremo 12 del tubo de tornillo sin fin. Como se puede observar en particular en la figura 4, el tornillo sin fin de transporte 20 está apoyado de manera giratoria en la tubuladura 90 en esta zona del segundo extremo 12 mediante un casquillo de cojinete 91.

10 La tubuladura 90 presenta un orificio de entrada 92, a través del que se puede inyectar un líquido de aclarado en dirección axial. Este líquido de aclarado se conduce a través de la tubuladura 90, como se muestra en la figura 2 mediante la flecha ramificada, y se extrae en dirección radial hacia la sección transversal de paso en la zona de la sección de expulsión 80d. Como se puede observar en la figura 3, con este fin están previstos tres orificios de salida radiales 93a-c en el tornillo sin fin de transporte, realizado como árbol hueco, que provocan respectivamente una salida de líquido entre las aletas de tornillo sin fin 22a-c. Este líquido de aclarado inyectado fluidifica el material sólido orgánico, compactado antes, y reduce su viscosidad para conseguir una expulsión eficiente a través del orificio de salida 40.

15 En la figura 3 se puede observar además que el tubo de tornillo sin fin 10 está realizado de forma hexagonal en la sección transversal. Las aletas de tornillo sin fin 21a, 22a-c y 24a-c presentan aquí un diámetro exterior que, con una ligera holgura, corresponde a un círculo inscrito en este hexágono definido de esta manera. La sección transversal de paso a través del transportador de tornillo sin fin está definida, por consiguiente, por un límite hexagonal exterior  
20 mediante el tubo de tornillo sin fin y un límite circular interior mediante el núcleo del tornillo sin fin de transporte y se reduce también ligeramente mediante la sección transversal de las aletas de tornillo sin fin 21a, b, 24a-c y 22a-c.

**REIVINDICACIONES**

1. Transportador de tornillo sin fin para alimentar materias orgánicas a un fermentador de biogás sometido a una presión interior de gas, comprendiendo el transportador de tornillo sin fin:

- 5
- un tubo de tornillo sin fin (10), que se extiende en una dirección longitudinal, con un orificio de entrada (30) para materias orgánicas en la zona de un primer extremo de tubo de tornillo sin fin (11) y con un orificio de salida (40) para las materias orgánicas en la zona de un segundo extremo de tubo de tornillo sin fin (12),
  - 10 - un tornillo sin fin de transporte (20) que se extiende en la dirección longitudinal, está dispuesto en el tubo de tornillo sin fin, está apoyado de manera giratoria y se puede hacer rotar mediante un accionamiento de tornillo sin fin (50, 60),
  - una conexión de fermentador (40) para la unión directa del orificio de salida con el fermentador de biogás sometido a una presión de gas, y
  - 15 - una sección de tapón (80c) en una zona entre el orificio de entrada y el orificio de salida para compactar las materias orgánicas con el fin de reducir un paso del gas a través del transportador de tornillo sin fin,

**caracterizado por que** la sección de tapón presenta una zona de ampliación (23a), en la que se amplía la sección transversal de paso entre el tornillo sin fin de transporte y el tubo de tornillo sin fin en dirección de transporte y que presenta una zona de estrechamiento (23b) que está situada detrás de la zona de ampliación en dirección de transporte y en la que se reduce la sección transversal de paso entre el tornillo sin fin de transporte y el tubo de tornillo sin fin en dirección de transporte.

20

2. Transportador de tornillo sin fin de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** el tornillo sin fin de transporte presenta:

- 25
- una primera sección transversal de paso entre el tornillo sin fin de transporte y el tubo de tornillo sin fin en una zona situada directamente en dirección de transporte al inicio de la sección de tapón,
  - una segunda sección transversal de paso, aumentada respecto a la primera sección transversal de paso, detrás de la primera sección transversal de paso en la zona inicial de la sección de tapón, y
  - 30 - una tercera sección transversal de paso, reducida respecto a la segunda sección transversal de paso, en el extremo de la sección de tapón.

3. Transportador de tornillo sin fin de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, **caracterizado por que** la sección transversal de paso en la sección de tapón se amplía escalonadamente en dirección de transporte en la zona inicial y/o se reduce de manera continua en la mayor parte de la sección de tapón.

35

4. Transportador de tornillo sin fin de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** la sección transversal de paso varía delante de la sección de tapón, partiendo de una primera sección transversal de paso que presenta una geometría de sección transversal caracterizada por una primera medida de paso de esfera, a una segunda sección transversal de paso con una geometría de sección transversal, caracterizada por una segunda medida de paso de esfera mayor que la primera medida de paso de esfera, y varía también a una tercera sección transversal de paso con una geometría de sección transversal, caracterizada por una tercera medida de paso de esfera menor que la segunda medida de paso de esfera, coincidiendo preferentemente la primera y la tercera medida de paso de esfera

40

5. Transportador de tornillo sin fin de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, comprendiendo el transportador de tornillo sin fin:

45

- 50 - un tubo de tornillo sin fin, que se extiende en una dirección longitudinal, con un orificio de entrada para materias orgánicas en la zona de un primer extremo de tubo de tornillo sin fin y con un orificio de salida para las materias orgánicas en la zona de un segundo extremo de tubo de tornillo sin fin,
- un tornillo sin fin de transporte que se extiende en la dirección longitudinal, está dispuesto en el tubo de tornillo sin fin, está apoyado de manera giratoria y se puede hacer rotar mediante un accionamiento de tornillo sin fin,
- 55 - una conexión de fermentador para la unión directa del orificio de salida con el fermentador de biogás sometido a una presión de gas, y
- una sección de tapón para compactar las materias orgánicas con el fin de reducir un paso del gas a través del transportador de tornillo sin fin,

**caracterizado por** una sección de separación que está dispuesta delante de la sección de tapón en dirección de transporte y comprende una pluralidad de orificios en el tubo de tornillo sin fin y un dispositivo colector de líquido por fuera del tubo de tornillo sin fin.

60

6. Transportador de tornillo sin fin de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, comprendiendo el transportador de tornillo sin fin:

- 65
- un tubo de tornillo sin fin, que se extiende en una dirección longitudinal, con un orificio de entrada para materias

- orgánicas en la zona de un primer extremo de tubo de tornillo sin fin y con un orificio de salida para las materias orgánicas en la zona de un segundo extremo de un tubo de tornillo sin fin,
- un tornillo sin fin de transporte que se extiende en la dirección longitudinal, está dispuesto en el tubo de tornillo sin fin, está apoyado de manera giratoria y se puede hacer rotar mediante un accionamiento de tornillo sin fin,
- 5 - una conexión de fermentador para la unión directa del orificio de salida con el fermentador de biogás sometido a una presión de gas, y
- una sección de tapón para compactar las materias orgánicas con el fin de reducir un paso del gas a través del transportador de tornillo sin fin,
- 10 **caracterizado por** un orificio de alimentación de líquido de aclarado para alimentar un líquido de aclarado a la sección transversal de paso entre el tubo de tornillo sin fin y el tornillo sin fin de transporte en la zona del segundo extremo de tubo de tornillo sin fin en dirección de transporte detrás de la sección de tapón.
- 15 7. Transportador de tornillo sin fin de acuerdo con la reivindicación 6, **caracterizado por que** un orificio de entrada para aclarado está dispuesto en el lado frontal del tubo de tornillo sin fin y desemboca en un conducto de aclarado que discurre axialmente en dirección longitudinal del tubo de tornillo sin fin y se extiende a partir del segundo extremo del tubo de tornillo sin fin hasta al menos un orificio radial de alimentación de líquido de aclarado que desemboca en la sección transversal de paso entre el tornillo sin fin de transporte y el tubo de tornillo sin fin.
- 20 8. Transportador de tornillo sin fin de acuerdo con la reivindicación 6 o 7, **caracterizado por que** el tornillo sin fin de transporte está configurado como árbol hueco en la zona del segundo extremo para conducir el líquido de aclarado por el espacio interior del tornillo sin fin.
- 25 9. Transportador de tornillo sin fin de acuerdo con una de las reivindicaciones 7 a 9, **caracterizado por que** el tornillo sin fin está apoyado de manera giratoria en la zona del segundo extremo en una tubuladura que está fijada en el tubo de tornillo sin fin de manera resistente al par de giro y se extiende axialmente hacia una cavidad del tornillo sin fin de transporte.
- 30 10. Transportador de tornillo sin fin de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, comprendiendo el transportador de tornillo sin fin:
- un tubo de tornillo sin fin, que se extiende en dirección longitudinal, con un orificio de entrada para materias orgánicas en la zona de un primer extremo de tubo de tornillo sin fin y con un orificio de salida para las materias orgánicas en la zona de un segundo extremo de tubo de tornillo sin fin,
- 35 - un tornillo sin fin de transporte que se extiende en la dirección longitudinal, está dispuesto en el tubo de tornillo sin fin, está apoyado de manera giratoria y se puede hacer rotar mediante un accionamiento de tornillo sin fin,
- una conexión de fermentador para la unión directa del orificio de salida con el fermentador de biogás sometido a una presión de gas, y
  - una sección de tapón para compactar materias orgánicas con el fin de reducir un paso del gas a través del
- 40 transportador de tornillo sin fin,
- caracterizado por** al menos una aleta de tornillo sin fin en la zona del segundo extremo de tubo de tornillo sin fin, que está fijada de manera separable en el tornillo sin fin de transporte.
- 45 11. Transportador de tornillo sin fin de acuerdo con la reivindicación 10, **caracterizado por** una primera aleta de tornillo sin fin que se puede montar sobre el transportador de tornillo sin fin, y una segunda aleta de tornillo sin fin que se puede montar de manera alternativa a la primera y presenta una sección transversal que, en comparación con la primera aleta de tornillo sin fin, ocupa una mayor superficie de sección transversal de la sección transversal de paso entre el tornillo sin fin y el tubo de tornillo sin fin.
- 50 12. Transportador de tornillo sin fin de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, comprendiendo el transportador de tornillo sin fin:
- un tubo de tornillo sin fin, que se extiende en una dirección longitudinal, con un orificio de entrada para materias orgánicas en la zona de un primer extremo de tubo de tornillo sin fin y con un orificio de salida para las materias orgánicas en la zona de un segundo extremo de tubo de tornillo sin fin,
- 55 - un tornillo sin fin de transporte que se extiende en la dirección longitudinal, está dispuesto en el tubo de tornillo sin fin, está apoyado de manera giratoria y se puede hacer rotar mediante un accionamiento de tornillo sin fin,
- una conexión de fermentador para la unión directa del orificio de salida con el fermentador de biogás sometido a una presión de gas, y
  - una sección de tapón para compactar materias orgánicas con el fin de reducir un paso del gas a través del
- 60 transportador de tornillo sin fin,
- caracterizado por que** la pared interior del tubo de tornillo sin fin encierra una superficie de sección transversal interior no circular.
- 65

13. Transportador de tornillo sin fin de acuerdo con la reivindicación 12, **caracterizado por que** la pared interior del tubo de tornillo sin fin encierra una superficie de sección transversal interior angular.

5 14. Transportador de tornillo sin fin de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, comprendiendo el transportador de tornillo sin fin:

- un tubo de tornillo sin fin, que se extiende en una dirección longitudinal, con un orificio de entrada y un orificio de salida en la zona de un segundo extremo de tubo de tornillo sin fin, y
- 10 - un tornillo sin fin de transporte que se extiende en la dirección longitudinal, está dispuesto en el tubo de tornillo sin fin, está apoyado de manera giratoria y se puede hacer rotar mediante un accionamiento de tornillo sin fin,

15 **caracterizado por que** el orificio de entrada está configurado como orificio radial en el tubo de tornillo sin fin y se extiende por una sección de orificio de entrada en dirección longitudinal del tubo de tornillo sin fin y por que el tornillo sin fin de transporte presenta en la zona de la sección de orificio de entrada un primer y un segundo paso de tornillo sin fin distinto al primero.

15. Transportador de tornillo sin fin de acuerdo con la reivindicación 14, **caracterizado por que** el paso del tornillo sin fin cambia continuamente en la zona de la sección de orificio de entrada.

20 16. Transportador de tornillo sin fin de acuerdo con la reivindicación 14 o 15, **caracterizado por que** el paso del tornillo sin fin en la zona, que indica hacia el primer extremo de tubo de tornillo sin fin, de la sección de orificio de entrada es menor que en la zona, que indica hacia el segundo extremo de tubo de tornillo sin fin, de la sección de orificio de entrada.

25 17. Planta de biogás que comprende un fermentador, que se puede cerrar de manera hermética al gas, con un orificio de alimentación de sólidos de un orificio de evacuación de gas, **caracterizada por** un transportador de tornillo sin fin de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, cuyo orificio de salida está unido directamente con el orificio de alimentación de sólidos o con un conducto de alimentación, sometido a una presión interior del fermentador, hacia el orificio de alimentación de sólidos del fermentador.

30 18. Procedimiento para alimentar sólidos orgánicos a un fermentador, sometido a una presión interior, con las etapas siguientes:

- 35 - transportar las materias orgánicas mediante un transportador de tornillo sin fin desde un orificio de entrada hasta un orificio de salida unido directamente al fermentador de manera hermética al gas,
- compactar las materias orgánicas en el transportador de tornillo sin fin para impedir o reducir el paso del gas a través del transportador de tornillo sin fin,
- realizándose la compactación de las materias orgánicas mediante una reducción de la sección transversal de paso del transportador de tornillo sin fin en dirección de transporte y ampliándose la sección transversal de paso
- 40 en dirección de transporte antes de la reducción,
- separar opcionalmente líquido de las materias orgánicas a través de varios orificios radiales en el transportador de tornillo sin fin antes de la compactación, e
- inyectar opcionalmente un líquido después de la compactación.

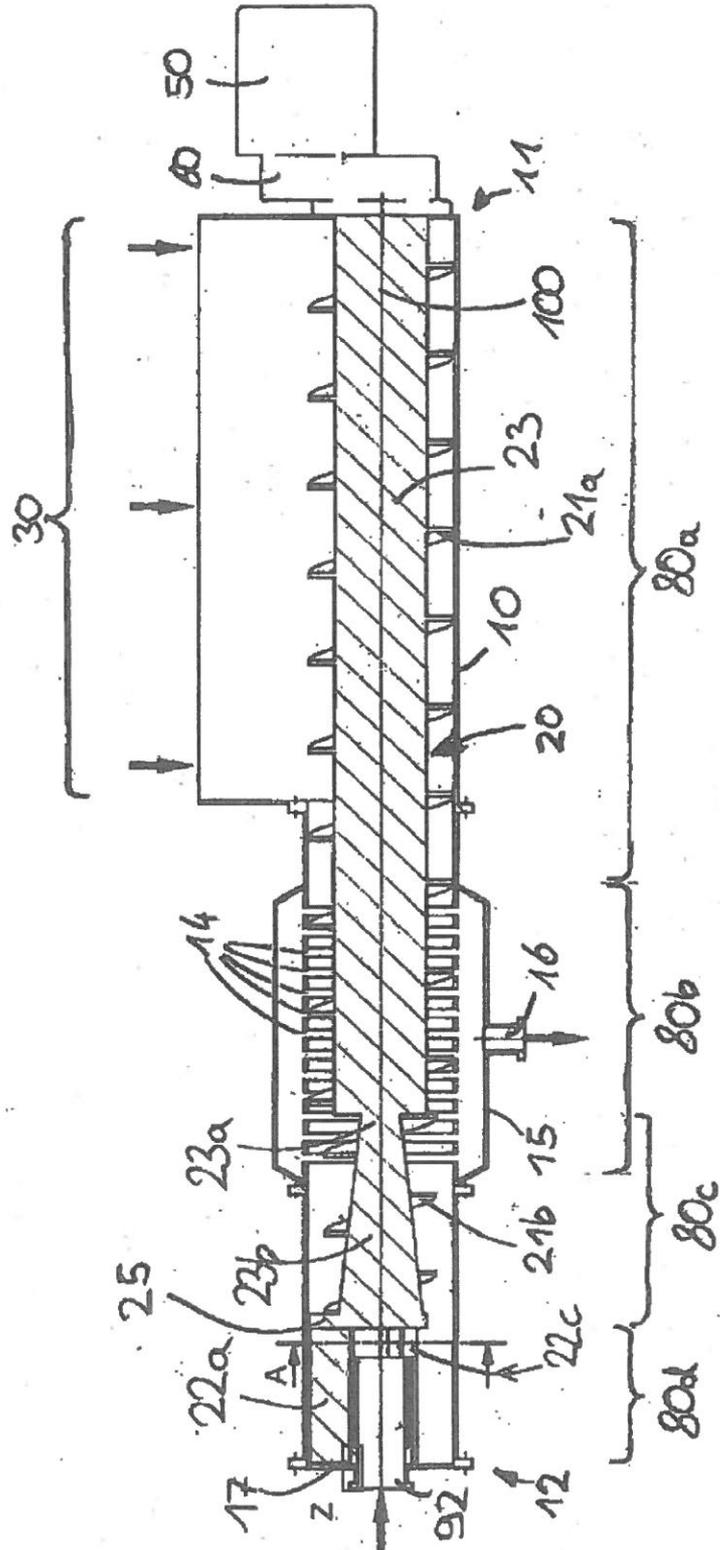


Fig. 1

