

## **El alta de patentes**

### **Procedimiento y dispositivo para el tratamiento por vía mecánica en húmedo de una mezcla de sustancias, en particular de desechos de todas clases**

La eliminación de desechos de asentamientos urbanos así como de desechos industriales plantea un problema en cuanto a la sostenibilidad que la política exige cada vez con mayor intensidad. Después de reducir las cantidades de desechos mediante la evitación de desechos y la introducción de la recogida independiente de materias reciclable siguen quedando desechos que no se pueden dedicar directamente a ninguna utilización.

Como mezcla de tres sustancias a base de sustancias inertes, materia orgánica y agua no se pueden emplear para un aprovechamiento de las sustancias minerales por su excesiva proporción de materia orgánica, o una proporción demasiado grande de agua y/o minerales, ni tampoco a un aprovechamiento de la biomasa. Debido a la excesiva carga de sustancias nocivas tampoco es posible el vertido como aguas residuales.

Para la eliminación de estos desechos, los nuevos reglamentos legales exigen a medio plazo en Alemania (Reglamento de Sedimentación de Desechos) una inertización antes de depositarlos en vertedero.

Para la utilización hay disponibles diversos procesos a vías de aprovechamiento. Así tiene lugar un aprovechamiento energético durante la fermentación, la combustión o la gasificación. Un criterio importante para la calidad del producto en todos los procesos de aprovechamiento energético es que haya una reducida proporción de sustancias minerales o sustancias inertes. De modo distinto hay que valorar la humedad óptima del producto y el tamaño de grano. Para la fermentación existen además procesos de fermentación en seco y en húmedo así como hay disponibles procesos anaerobios de depuración de aguas residuales.

Para el aprovechamiento de los materiales de los componentes orgánicos se encuentra en primer lugar el aprovechamiento agrícola, que sin embargo está limitado por la carga de sustancias nocivas del material. Las formas de aprovechamiento del material de las proporciones de fibra como materiales aislantes, papel o tableros prensados se consideran aquí sólo de forma marginal.

Para las sustancias inertes hay vías de aprovechamiento en la industria de la construcción o se llevan a depositar en vertederos.

Pero sólo permite un aprovechamiento efectivo la separación de los desechos en fracciones utilizables en cuanto a material y/o energéticamente. Para ello, la separación como tratamiento previo para el aprovechamiento propiamente dicho, también debería satisfacer los requisitos de sostenibilidad, es decir cuidar los recursos y evitar inmisiones, simultaneándolo con compatibilidad económica y social.

Para el tratamiento de los desechos con fracciones orgánicas existen disponibles en la actualidad los procedimientos descritos a continuación que se diferencian en cuanto al contenido de sustancias nocivas de las fracciones, orgánicas:

Tratamiento de materias residuales con fracción orgánica no cargada:

**Compostaje:**

Los residuos orgánicos sólidos o fangos con adición de material estructural se tratan por vía biológica aerobia después del cribado de las sustancias molestas gruesas. Mediante el tratamiento biológico se degradan o transforman las sustancias orgánicas y se reduce el contenido de agua, de modo que se logra una estabilización. Mediante este proceso se reduce la disponibilidad de plantas y al mismo tiempo se incrementa la compatibilidad del compost con las plantas. Las sustancias molestas se separan además del tratamiento grueso, principalmente del compost terminado, y secado por el proceso de compostaje, mediante la separación de sustancias duras y separación por aire. La separación de las sustancias duras se suele realizar generalmente con mesas de lavado neumático. El Compostaje de residuos orgánicos va unido a fuertes emisiones de aire de escape y un elevado consumo de energía.

**Fermentación:**

En el tratamiento biológico anaeróbico, y especialmente en los procesos de fermentación en húmedo, se separan las sustancias inertes (arena) antes de la fermentación. En la mayoría de los procesos de fermentación se lleva a cabo una maceración posterior para el secado biológico del residuo de fermentación deshidratado, con o sin adición de material estructural, antes del aprovechamiento adriícola.

Lo característico de una fermentación es la producción de energía regenerativa a base de biogás y la reducción de las emisiones de aire de escape en comparación con el Compostaje. Las siguientes variantes técnicas del proceso de fermentación se han realizado a gran escala técnica:

Fermentación en seco en una y más etapas en el caso de un contenido de sustancia seca del 20% - 50%: Por los prospectos de las empresas y de las plantas realizadas se conocen entre otros los procedimientos de fermentación en seco Valorga de la Firma Valorga, Francia; el procedimiento Dranco, de la Firma Organic Waste Systems nv., Bélgica; la fermentación en seco Linde-BRV, Suiza y el procedimiento Kompogas, de la Firma Kompogas, Suiza.

Lo esencial en estos procedimientos es que la separación de sustancias inertes generalmente no se realiza o sólo después de la fermentación. De acuerdo con el documento WO 98/28.145 A1, Frank Rindelaub, Suiza, está prevista en un procedimiento de fermentación en seco una separación previa de sustancias inertes de una fracción parcial.

En la planta de La Coruña, España que trabaja de acuerdo con el llamado proceso Valorga, se lleva a cabo antes de la fermentación una separación en seco de sustancias inertes durante el tratamiento mecánico para proteger la planta de fermentación. Fermentación en húmedo de una y más etapas en caso de un contenido de sustancia seca del 5% - 2.0%: Se conocen procedimientos de fermentación en húmedo para desechos con previa separación de sustancias inertes por prospectos de empresas, entre otros de las Firmas Linde-KCA-Dresden GmbH, Dresden, Alemania; MAT Müll- und Abfalltechnik GmbH, Munich, Alemania; Avecon, Finlandia así como el proceso WABIO de la Firma Eco Tec, Finlandia. En estos procesos es decisiva, además de la fermentación, la separación de sustancias inertes, es decir el tratamiento previo de la fracción orgánica antes de la fermentación.

Tratamiento de residuos con fracción orgánica con carga:

La mayoría de los procesos para el tratamiento de fracciones orgánicas con carga prevén la eliminación en un vertedero o en una planta de incineración de basuras.

De acuerdo con la situación jurídica actual se debe prever en Europa la estabilización de la fracción orgánica antes de la descarga en vertedero. Este tratamiento previo antes de la descarga en vertedero se logra en plantas de tratamiento mecánico-biológico mediante procesos de compostaje y fermentación.

Si se busca un aprovechamiento energético se precisa un secado y separación de sustancias inertes de los desechos generalmente húmedos y con contenido de sustancias inertes. Los procesos de separación de sustancias inertes pueden realizarse por vía mecánica húmeda o seca. Además, por razones físicas, la separación húmeda en la que se emplea agua como medio de separación tiene un grado de rendimiento superior a la separación seca en la que el aire representa el medio separador.

Se conocen procesos mecánicos de separación de sustancias inertes en seco después de un secado biológico por el proceso de estabilidad en seco de la Firma HerHof Umwelttechnik GmbH, Alemania, y por el proceso DE 196 49 901 A1. Los dispositivos y procesos para la separación mecánica de sustancias inertes en húmedo se conocen por las publicaciones DE 196 23 027 C1, DE 198 44 006 A1, DE 199 24 164 A1, DE 201 12 681 U1, DE 42 43 171 C1, DE 197 29 802 C2, DE 44 36 639 A1, DE 198 46 336 A1, DE 197 45 896 A1, DE 44 15 856 A1, DE 43 12 005 A1, DE 199 23 108 A1 y DE 41 20 808 A1.

Además de éstos existen procesos especiales para el tratamiento de fangos portuarios y barreduras de calles, como por ejemplo la planta ASRA en Hamburg Stellingen de la Firma Kupczik Umwelttechnik GmbH Hamburgo y el proceso MoReSa de AKW Apparate und Verfahren GmbH, Hirschau, documento DE 196 17 501 C2. Esta publicación da a conocer diversas características de las reivindicaciones independientes 1 y 10 de la presente invención.

El objetivo de la mayoría de los procesos antes citados es la separación de las sustancias inertes. Para este fin, los desechos que se tratan de separar primero se desmenuzan y mezclan y por último se retiran del flujo total las sustancias inertes, a menudo en una sola fase de tratamiento. Esto ha dado lugar repetidas veces a grandes problemas en los equipos subsiguientes.

Mediante un intenso desmenuzamiento hasta llegar a la desfibración, por ejemplo mediante el empleo de un hidropasteador tal como se describe en las publicaciones DE 41 20 808 A1, DE 199 23 108 A1, DE 198 29 648 C2, DE 198 00 2242 C1, DE 196 55 101 A1, DE 100 12 530 A1, DE 39 34 478, DE 198 07 116 A1, DE 4042 226 A1, DE 4042 225 A1, DE 4406 315 C2 o un molino de bolas en cascada antepuesto, como en los documentos DE 102 10 467 A1 y DE 41 26 330 A1, aumenta la viscosidad de la suspensión lo cual se opone a una separación efectiva.

La viscosidad disminuye debido a la disgregación de la materia orgánica únicamente después de la subsiguiente fermentación, por lo que se producen aquí sedimentaciones indeseables de sustancias inertes que perturban el funcionamiento, y que en la separación anterior no se habían captado debido a la mayor viscosidad anterior.

Otros procesos de separación mecánicos en húmedo con menor intensidad de desmenuzamiento antes de la separación de sustancias – véase EP 0521 685 A2 y DE 197 55 223 A1, EP 567 184 B1 realizan la separación de las sustancias inertes en una fase de separación, y de acuerdo con el documento DE 197 55 223 A1, incluso con agitación, con lo cual se consigue una separación muy poco precisa.

En el documento EP 0639 108 B1 se propone un régimen automático por bloques con las correspondientes limitaciones de rendimiento, que también se ha llevado a cabo en diversas instalaciones de gran envergadura. Al no existir una separación controlada de arena mediante esclusas, por ejemplo en otra fase de separación, se llegaron a producir considerables problemas de sedimentación en las lases de tratamiento subsiguientes.

Los procesos de percolación tal como en las publicaciones DE 198 46 336 A1, DE 196 48 731 A1, DE 199 09 353 A1, DE 199 09 328 A1 y DE 198 33 624 A1 solamente eliminan por esclusas sustancias inertes muy finas que se lixivian con el agua de lavada o percolado, antes o durante la percolación. Las sustancias inertes gruesas tales como piedras, vidrios y fragmentos de loza, que en los desechos de población representan la mayor proporción de sustancias inertes, se incluyen en la percolación dando lugar allí a un mayor consumo de energía y desgaste.

En todos los procesos antes citados para la separación de sustancias inertes, en particular en los procesos de fermentación en húmedo, se pone en primer lugar la protección de la planta y no la mejora de la calidad del material para su posterior aprovechamiento.

Sin embargo la separación de desechos no solamente debería asegurar los requisitos técnicos y económicos relativos a la técnica de la planta sino también el aprovechamiento óptimo de las fracciones parciales.

En todos los procesos antes citados está efectivamente previsto obligatoriamente el tratamiento de la mayor parte de las sustancias orgánicas, de modo que éstas se pueden llevar directamente a un tratamiento anaerobio o a una hidrólisis previa seguida de tratamiento anaerobio de los hidrolizados.

Sin embargo no se tiene cuenta que el grado de rendimiento energético de una fermentación en comparación con una incineración depende del parámetro de degradabilidad anaerobia y del parámetro de sustancias seca. La combustión de madera seca tiene un grado de rendimiento energético superior al de la fermentación de madera seca. Sin embargo es evidente que la fermentación de residuos industriales orgánicos húmedos con gran rendimiento de biogás presenta un grado de rendimiento energético superior a la combustión de esta fracción húmeda.

Las sustancias orgánicas que estén liberadas en su mayor parte de sustancias inertes y de sustancias orgánicas solubles y que se pueden deshidratar mediante sencillas prensas de husillo hasta unos contenidos de sustancia seca > 45% TS, tienen un valor calorífico de aprox. 6000 kJ/kg, con lo cual está en el límite de una combustión automática. Si la proporción de materia orgánica degradable anaeróbicamente es inferior al 50 %, como por ejemplo en el caso de material retenido en rejillas, entonces desde el punto de vista económico se debe preferir para este flujo de material el aprovechamiento energético mediante procesos térmicos tales como combustión o gasificación, con o sin secado previo, mejor que un tratamiento anaeróbico por fermentación.

Esta problemática se menciona en los planteamientos de los documentos EP 0037 612 B1 y el DE 196 00 711 A1. En este último, la materia orgánica fácilmente degradable se separa lavando el desecho en una lavadora de sinfín. La materia orgánica fácilmente degradable se concentra en el agua de recirculación que se lleva a un tratamiento anaerobio. Pero también aquí siguen siendo problemáticas las 2 - 8 horas de permanencia (en el documento DE 198 46 336 A1 se mencionan 2 - 6 horas) para el lavado de la materia orgánica fácilmente degradable. Pero en la aplicación práctica se ha visto sin embargo que para obtener un alto grado de disolución de la materia orgánica fácilmente degradable es necesaria en primer lugar un lavado intensivo con agua de recirculación y no un tiempo de permanencia largo, tal como se describe en el catálogo del fabricante y prestador de servicios 1997/98, 9. Foro de Desechos de Kassel, Editorial M.I.C. Baeze, pág. 12.

El aumento del tiempo de permanencia únicamente expone a los desechos a una solubilización mecánica más prolongada o a una disolución. En este proceso, la hidrólisis, una disgregación química o enzimática especial de las moléculas catalizadas mediante bases o ácidos con inclusión de agua, jugará en este proceso un papel secundario, siendo en cambio más eficaz la disolución utilizando agua como disolvente.

Sólo muy tardíamente se ha impuesto el reconocimiento de que una hidrólisis suficiente de la fracción orgánica de los desechos ya tiene lugar durante la recogida y almacenamiento de los desechos hasta su tratamiento.

No es raro que transcurran 2 - 4 semanas desde que se produce el desecho hasta su tratamiento, durante las cuales tiene lugar una hidrólisis natural. La aplicación técnica de este conocimiento no se conoce según el estado de la técnica.

Frente a los procesos antes citados para tratamiento de desechos, la presente invención se ha planteado el objetivo de producir unas fracciones que fueran aprovechables en cuanto a material y/o energéticamente, y esto evitando lo más posible la descarga en vertedero y optimizando el proceso de separación en cuanto a rendimiento, consumo de energía, desgaste, gastos de inversión y tratamiento ulterior flexible de las fracciones producidas.

Para resolver este objetivo se propone el procedimiento según la reivindicación 1 así como el dispositivo para realizar este procedimiento según la reivindicación 35.

En el procedimiento conforme a la invención se separa una mezcla de tres sustancias compuesta por agua, sustancias inertes y materia orgánica en una instalación de separación de tres etapas, en tres fracciones de sustancias inertes y tres fracciones de materia orgánica así como una fracción líquida que contiene sustancias disueltas así como sustancias inertes sumamente finas y partículas orgánicas finas.

Según las circunstancias económicas y locales, las sustancias inertes se depuran con agua de recirculación y agua fresca hasta que se puedan dedicar a un aprovechamiento. Especialmente en la fracción gruesa de sustancias inertes es cuestionable el aprovechamiento de la sustancia según la legislación nacional.

Esta fracción se puede descargar en vertedero para su estabilización, bien directamente o después de una breve fase de envejecimiento, o se puede tratar en otra fase de tratamiento ulterior hasta adquirir la calidad adecuada para su aprovechamiento.

Las fracciones de materia orgánica segregadas se pueden dedicar o bien directamente a su secado, a su compostización o a una fermentación.

En el procedimiento conforme a la invención (véase la Figura 1), se segregan sustancias inertes en varias etapas, comenzando con un contenido muy elevado de sustancia seca.

Una vez que se hayan separado las piedras gruesas (materia inerte 1, Figura 1), se puede separar por cribado la materia orgánica gruesa (materia orgánica 1, Figura 1), que entonces está debidamente exenta de las piedras del correspondiente tamaño de cribado, y a continuación, ya que se trata de materia orgánica gruesa, se puede lavar fácilmente de arena y de materia orgánica fina adherida mediante pequeñas cantidades de agua.

La fracción semejante a material de retención de reja (materia orgánica 1) se puede entonces exprimir con técnicas de prensado sencillas y reducido desgaste hasta alcanzar unos contenidos elevados de sustancia seca.

Esto se consigue mediante el lavado de toda la materia orgánica fina, que es muy difícil de exprimir, y debido a la eliminación por lavado de la estructura de piedra o de la estructura de materia inerte que en los demás casos soporta preferentemente la fuerza de prensado sin contribuir a una gran deshidratación.

Para mejorar la disolución de materia orgánica fácilmente biodegradable se puede realizar antes del exprimido un desmenuzado con el fin de la eliminación de jugos.

Esta primera fase es la fase más importante de todo el proceso. Mediante el alto grado de exprimido de la materia orgánica gruesa (materia orgánica 1) se separa ya en esta fase del proceso el material rico en estructura para el aprovechamiento energético mediante incineración a gasificación de la materia orgánica fermentable que se encuentra en el agua de prensado.

Realizando el prensado correspondiente se puede contar en una primera etapa de prensado utilizando prensas de husillo normales con un grado de deshidratación de aproximadamente 45% - 60% de contenido de sustancia seca.

En una segunda fase de prensado este material (materia orgánica 1) se puede exprimir hasta un contenido de sustancia seca del 60% - 75%.

La fracción orgánica (materia orgánica 1) se puede aprovechar energéticamente de acuerdo con el tratamiento previo conforme a la invención, bien de forma directa o después de secado, mediante incineración o gasificación.

Además de esto se puede utilizar la materia orgánica 1 para el aprovechamiento de su sustancia en agricultura si se cumplen los correspondientes valores límite.



Para ello es importante que además de la separación de sustancia inerte y del correspondiente alto grado de exprimido, el material de reja se someta a un secado por lotes. Además se debería realizar el secado de modo que se consiga una higienización mediante el correspondiente control de la temperatura durante el secado. Después del secado, el material se debería liberar de sustancias molestas, de acuerdo con un tratamiento de compostado fino y se debería pelletizar para obtener una buena capacidad de almacenamiento, capacidad de transporte y compatibilidad con las plantas, del material que posteriormente se vaya a utilizar como pellets de abono seco. Una vez que se hayan separado las piedras gruesas (materia inerte 1) y la materia orgánica (materia orgánica 1) de la suspensión de materiales, se ha reducido considerablemente el contenido de sustancia seca de la suspensión restante. Esta reducción está causada por la retirada de sustancia seca con elevado contenido de sustancia seca, como por ejemplo las piedras con un contenido de sustancia seca > 90% y materia orgánica exprimida con un contenido de sustancia seca de > 45%. Para el lavado de las sustancias inertes y para el lavado de la materia orgánica se emplea además agua adicional que contribuye a una reducción adicional del contenido de sustancia seca. De la suspensión restante se separan en la segunda y tercera etapa del procedimiento otras sustancias inertes.

En la segunda etapa se separa arena gruesa y fina de un tamaño de grano de aprox. 2 - 25 mm (sustancia inerte 2, Figura 1). En la fase subsiguiente se puede separar por cribado la fracción orgánica por medio de una criba fina cuyo tamaño de malla sea mayor que el tamaño de las sustancias inertes máximas que se trata de separar, de aprox. > 3 mm. La fracción orgánica (materia orgánica 2) separada por cribado se vuelve también a lavar con agua y se exprime. La arena (materia inerte 2) que se separa en esta etapa se elimina a través de un separador de arena, se vuelve a lavar con agua de recirculación y se lava de nuevo con agua clara, de modo que de acuerdo con el empleo de agua fresca se obtiene o bien una fracción de materia inerte adecuada para vertedero a una fracción de arena aprovechable.

Sigue por último la tercera etapa del proceso en la que ahora por primera vez en todo el desarrollo del proceso se emplea una bomba.

Debido a la separación de las diversas fracciones de materia inerte y material orgánica, que se separan en gran medida en seco, así como por las cantidades totales de agua de recirculación o agua fresca aportada, la suspensión cribada a aprox. 3 mm ha aumentado ahora tanto en cuanto a contenido de agua que junto con el contenido de sustancia seca entre el 3 - 8% resulta ideal para un hidrociclón de clasificación situado a continuación.

El rebose del hidrociclón contiene los restantes componentes finos de materia orgánica que están exentos de minerales finos. La salida inferior del hidrociclón contiene las sustancias inertes segregadas, pero que debido a su grado de finura están todavía parcialmente contaminadas con materia orgánica adherida.

Esta sustancia mineral fina se puede llevar hasta calidades aprovechables (materia inerte 3, Figura1), mediante un tratamiento ulterior, por ejemplo mediante una espiral de clasificación o cribado fino con lavado.

La fracción orgánica del rebose de la criba se lleva a un cribado fino de aprox. 50 - 500 µm. La torta de filtro que se forma en el cribado fino (materia orgánica 3, Figura 1) también se puede exprimir. Además del total de seis fracciones se obtiene un agua de recirculación que está enriquecida de sustancia orgánica disuelta debido a los diversos prensados y lavados.

De este modo se ha transferido al agua de recirculación una gran parte de la materia orgánica fermentable, mientras que la parte rica en estructura y más difícilmente fermentable está contenido en la fracción exprimida. Para reducir la viscosidad del agua de recirculación, ésta se debería acondicionar ahora mediante un proceso biológico.

Si no se tratase el agua de recirculación, la viscosidad podría aumentar tanto que el agua de recirculación ya no fuese utilizable como medio de separación para la segregación de materia inerte.

Para el tratamiento del agua de recirculación están disponibles procesos anaerobios de depuración de las aguas residuales tales como el proceso de fermentación en lecho sólido o el proceso de fermentación sumergida con retención de biomasa.

Además de esto existe la posibilidad de una fermentación conjunta del agua recirculación y de las fracciones de materia orgánica mediante procesos de fermentación en seco, en húmedo para suspensiones que contengan sustancias sólidas a procesos de precolación.

Puede obtenerse mejor solubilidad de la materia orgánica en el agua de recirculación mediante un acondicionamiento térmico calentando la suspensión a unos 70°C. Pero al mismo tiempo hay que observar que debido al acondicionamiento térmico el agua de prensado contiene mayor CSB y mayor carga de retención de metales pesados.

Este efecto se aprovecha con la presente invención de modo que la materia orgánica exprimida que no llega a la fermentación se decóntamine mientras que la carga se aporta controladamente a la fase líquida mediante un acondicionamiento térmico.

De este modo se reduce notablemente la materia orgánica contaminada debido a una elevada proporción fermentable de materia orgánica disuelta, y al mismo tiempo se precipitan en la fermentación los metales pesados por la formación de complejos de la materia orgánica durante la fermentación. La carga de sustancias nocivas se vuelve a encontrar entonces preferentemente en el residuo de fermentación. En el caso de una fermentación exclusivamente con agua de recirculación, después de la fermentación la materia orgánica es por lo tanto el sumidero de sustancias nocivas del procedimiento.

El aprovechamiento material de las fracciones orgánicas se emplea preferentemente en agricultura como fertilizante y/o como mejorado del terreno. Para ello la materia orgánica o bien se compostiza en plantas de compostizado o se fermenta errata en plantas de fermentación y se emplea compostada o secada así como pelletizada y como vertido suelto de compost o en forma de pellets de fertilizante. Para el aprovechamiento energético la materia orgánica se deshidrata mecánicamente lo más posible y se utiliza en instalaciones de gasificación o de incineración. Para ambas vías de aprovechamiento es ventajoso un tratamiento previo mediante el procedimiento objeto de la invención.

El procedimiento objeto de la invención se puede emplear ventajosamente en combinación con todos los procedimientos mecánico-biológicos y térmicos existentes así como con procedimientos de fermentación en seco y en húmedo, procedimientos de precolación, procedimientos de hidrólisis, procedimientos de compostado, procedimientos aerobios y anaerobios de depuración de las aguas residuales, procedimientos de separación por membrana para la depuración del agua de recirculación, procedimientos de secado, procedimientos de pelletizado así como procedimientos de combustión, con o sin secado previo. Incluso también es ventajoso el equipamiento posterior de instalaciones existentes. Debido a reglamentos nacionales ya no queda asegurada la venta de compost de algunas instalaciones de compostizado para su uso material debido a la carga de sustancias nocivas del compost ni la descarga en vertedero. Mediante un equipamiento posterior con el procedimiento objeto de la invención se pueden reducir los contenidos de sustancias nocivas de las fracciones de materia orgánica y al mismo tiempo resulta posible el aprovechamiento energético como biomasa por la separación de las sustancias inertes y el empleo del compostizado para secado de las fracciones orgánicas.

Las fracciones inertes 1, 2 y 3 se deberían utilizar preferentemente como materiales en la industria de la construcción.

Para las fracciones inertes 1 y 2 hay aplicación del material en la mayoría de las mezclas de materiales. La fracción incere 1 no siempre cumple la calidad para el uso material, por ejemplo en residuos de población y sin ningún tratamiento posterior y por lo tanto hay que descargarla en un vertedero. Dado que las sustancias pesadas presentan una actividad biológica relativamente reducida, estas sustancias pesadas cumplen la mayoría de los criterios nacionales para la descarga en vertedero de desechos estabilizados biológicamente. En determinados casos se puede llevar a cabo una estabilización posterior.

Numerosos desechos orgánicos con alto contenido de materia orgánica fácilmente biodegradable a menudo no se pueden tratar con procedimientos anaerobios de depuración de aguas residuales para la producción de biogás sin un tratamiento previo, debido a su carga de materias pesadas y sustancias orgánicas gruesas.

Con el procedimiento conforme a la invención se puede llevar a cabo el tratamiento previo necesario de modo universal para todos los desechos industriales orgánicos conocidos actualmente, desde el orujo pasando por contenidos en la panza de los rumiantes hasta el licuame. Generalmente se puede renunciar a llevar a cabo una mezcla con el fin de evitar sedimentaciones en las instalaciones de fermentación.

La presente invención representa por lo tanto un procedimiento universal para el tratamiento previo que permite un tratamiento ulterior flexible, adaptado a las circunstancias locales, con independencia de la carga de sustancias nocivas contenidas en el desecho. La intensidad de tratamiento depende de las circunstancias económicas y locales y puede tener una estructura modular.

Debería ser posible la adaptación de la técnica de la instalación a los futuros requisitos de calidad de las fracciones para el aprovechamiento y la eliminación así como la adaptación a la futura legislación medioambiental mediante una sencilla ampliación o transformación de la técnica de la instalación.

Además, la técnica de la instalación debería poder utilizarse para el mayor número posible de desechos, en el sentido de una gestión de desechos descentralizada. El presente procedimiento y el presente dispositivo son por lo tanto adecuados para tratar entre otras cosas desechos de población, desechos biológicos, desechos industriales orgánicos, licuame, barredura de calles, suelos contaminados y residuos procedentes de la depuración de aguas residuales municipales e industriales.

El procedimiento y la realización del procedimiento mediante el dispositivo conforme a la invención se representan esquemáticamente en los siguientes dibujos:

Figura 1 muestra en un diagrama la variación que sufre la composición de una mezcla de sustancias en las distintas etapas del proceso a pasos del proceso.

Figura 2 muestra un esquema de desarrollo del proceso en combinación con el dispositivo necesario para la realización.

Con relación a las etapas del proceso representadas en la Figura 1 se remite a la explicación que figura más arriba.

En la Figura 2 se explica la realización del proceso a título de ejemplo mediante el dispositivo representado esquemáticamente.

En primer lugar se desmenuza y desfibra ligeramente la mezcla de sustancias 1 que se ha de tratar, con lo cual se logra mejor posibilidad de segregación, ya que debido a la ligera disolución de los materiales de fibra no se aumenta innecesariamente la viscosidad del agua de recirculación. En determinados casos se puede renunciar también al desmenuzado fino de las mezclas de sustancias antes de la entrada en el dispositivo objeto de la invención ya que el dispositivo está preparado para un tamaño de pedazos de hasta aproximadamente 120 mm.

A continuación se lleva la mezcla de sustancias 1 a un mezclador 4 por medio de un transportador dosificador 2, preferentemente un transportador de tornillo sinfín. Al hacerlo se humedece ya la mezcla de sustancias en el transportador de tornillo sinfín con agua de recirculación, y a la salida hacia la mezcladora se lava con agua de recirculación 5, 6 para evitar obstrucciones.

La mezcla de sustancias 3 humedecida pasa a la mezcladora, que es accionada por debajo mediante un agitador 7.

Las revoluciones del agitador y el contenido de sustancia seca en la mezcladora se ajustan por medio de la alimentación de agua de recirculación en función del consumo de corriente del agitador y de la viscosidad del agua de recirculación, de modo que se incorporen sustancias ligeras y salgan junto con la totalidad de la suspensión a través de una salida inferior del mezclador por medio de un transportador 9 y se optimicen en las etapas de separación subsiguientes.

La incorporación de las sustancias ligeras se favorece debido al humedecimiento previo mediante el tornillo sinfín dosificador 2 y por la formación de trombos en la mezcladora que puede ajustarse por medio de un divisor de corriente,

**1ª etapa:**

Desde la me mezcladora 4 la suspensión 8 pasa al transportador 9. El transportador está realizado como transportador de tornillo sinfín con un diámetro mínimo de unos 300 mm y un paso helicoidal de aprox. 150 mm. La artesa del tornillo sinfín está realizada como artesa en U y tiene por encima del tornillo sinfín una sección libre de aprox. 150 mm. El transportador de tornillo sinfín 9 va embridado en la parte inferior de la mezcladora 4 de modo que las sustancias pesadas puedan deslizar dentro del transportador de tornillo sinfín con un ángulo de unos 45°.

La suspensión es impulsada por medio de la presión hidráulica de la mezcladora a la corriente de fondo y a través de un clasificador a contracorriente 10 llega a un tornillo sinfín de cribado 16. Antes de alcanzar el clasificador a contracorriente 10, la suspensión pasa a lo largo del tornillo sinfín, 9, no siendo arrastradas las sustancias pesadas al clasificador a contracorriente 10 sino que se evacúan a través del tornillo sinfín 9 que gira lentamente. Dado que las sustancias pesadas que se van hundiendo están todavía cargadas con materia orgánica adherida y retenida, se lava el tornillo sinfín 9 en la zona del clasificador a contracorriente 10 con agua de recirculación 11 procedente de la segunda etapa. Las sustancias pesadas transportadas mediante el transportador de tornillo sinfín 9 más allá de la zona del clasificador a contracorriente 10 se vuelven a lavar ahora con el agua de recirculación 12 procedente de la tercera etapa. En la zona situada por encima del nivel de suspensión en el tornillo sinfín 9 se aclaran las sustancias pesadas con agua de recirculación depurada o con agua fresca 13, y del sistema se descargan como primera fracción inerte 15 a un contenedor o a otro punto de entrega.

Mediante el sistema avado encascada antes descrita donde a continuación del proceso de lavado siempre se utiliza agua de lavado limpia se consigue un consumo reducido de agua de recirculación depurada o agua fresca y se alcanzan calidades superiores de sustancia residual.

Las sustancias ligeras 14 descargadas a través del clasificador a contracorriente 10 se criban con una criba de sinfín 16 con una anchura de intersticios de aprox. 30 mm. Para evitar capas flotantes se conduce la suspensión con las sustancias ligeras a la criba de sinfín 16 a

través de un tramo de tubería cerrada.

De este modo las sustancias se conducen forzosamente a la zona de las aletas del sinfín de la criba de sinfín 16 debajo del nivel de líquido, se transportan y se criban. Para mejorar el resultado de la criba se añade agua de recirculación 18 para lavado de la criba de sinfín 16. En la parte posterior de la criba de sinfín se lleva a cabo un prensado previo de las sustancias ligeras 22.1 antes de entregar las sustancias ligeras 22.1 a una prensa de lavado 19.

En la prensa de lavado se lavan las sustancias ligeras con agua fresca 20 o con agua de recirculación depurada y se deshidratan hasta unos grados de deshidratación elevados de hasta un 60% del contenido en sustancia seca, y se descargan en un contenedor como torta de prensado o primera fracción orgánica 22, o se entregan a un sistema transportador correspondiente.

La suspensión cribada 17 y el agua de prensado 21 se conducen sin bombear a una cubeta de decantación 23 etapa:

**2ª etapa:**

En la segunda etapa del proceso de separación la suspensión 17, 21 llega a una cubeta de sedimentación 21 que está construida como un clasificador de arena. Las sustancias pesadas descienden al sinfín de descarga 24 mientras que las sustancias ligeras 27 llegan a través de un rebose a un tornillo sinfín de cribado de intersticios 29.

En el tornillo sinfín de cribado se lavan las sustancias ligeras con agua de recirculación 30 procedente de la 3ª etapa, con agua fresca 31 o con agua de recirculación depurada, y se deshidratan hasta un 45% de sustancia seca. La segunda fracción de materia orgánica 32 deshidratada se descarga en un contenedor o se entrega a un sistema transportador correspondiente.

Las sustancias pesadas segregadas en el tornillo sinfín de descarga 24 se limpian primeramente mediante un sistema de lavado en cascada, primeramente con agua de recirculación 25 y después con agua de recirculación depurada a con agua fresca 28 eliminando sustancias ligeras, se lavan y se descargan como segunda fracción de materia inerte 28 a un contenedor de deshidratación o a un sistema transportador subsiguiente.

La suspensión cribada 33 con un tamaño de grano inferior a 3 mm se conduce a un contenedor de filtrado 34.

### **3<sup>a</sup> etapa:**

Del contenedor de filtrado de la segunda etapa se conduce una suspensión apta para bombeo 51, bien por medio de una bomba centrífuga 55 como agua de circulación para su lavado, o bien se entrega a un hidrociclón 36 mediante otra bomba centrífuga 35. La suspensión 37.1 descargada a través del tubo buzo del hidrociclón contiene todavía materiales de fibra orgánicos cribables y partículas que se criban por medio de una criba vibratoria 53 en dos etapas, primero para aprox. 200 µm y después para aprox. 50 µm.

Para mejorar la calidad de cribado se puede lavar la criba. La torta de cribado 44 que ha sido predeshidratada estáticamente hasta un contenido aproximado de 20% de sustancia seca se deshidrata nuevamente por medio de una prensa de husillo sinfín 45 hasta aprox. un 40% de sustancia seca, y se descarga como torta de prensado o tercera fracción de materia orgánica 49. El agua de prensado 46 pasa a un depósito colector 47 y después se vuelve a conducir nuevamente a la criba 43 por medio de una bomba 48. La suspensión cribada 50 pasa por gravedad a un contenedor de filtrado 52.

La fracción pesada 37.2 procedente de la corriente del fondo del hidrociclón se depura adicionalmente por medio de una espiral de clasificación 38. Debido a las condiciones de flujo especiales que se han de ajustar en la espiral de clasificación 33, se añade agua de recirculación 58. La fracción pesada depurada se conduce a un baño de calado con descarga de arena 39, mientras que la fracción pesada 42 polucionada con materia orgánica se vuelve a conducir nuevamente al hidrociclón a través del contenedor de filtrado 34 de la segunda etapa. El agua de lavado 41 también se conduce al depósito de filtrado 34 de la segunda etapa. La fracción pesada restante se deshidrata por medio de un tornillo sinfín 39, después de un lavado con agua fresca 37.3 y se segrega como tercera fracción de materia inerte 40.

El exceso de agua se conduce a través de un rebosadero desde el contenedor de filtrado 52 de la tercera etapa como agua residual 53 a un sistema de depuración del agua de recirculación, que limpia el agua de recirculación de modo que se pueda volver a utilizar nuevamente como agua de separación y de lavado.

En caso de necesidad, se puede calentar la totalidad del sistema por medio de un intercambiador de calor 56.



## Reivindicaciones

1. Procedimiento para el tratamiento mecánico húmedo de una mezcla de sustancias, en particular de desechos de todas clases, compuesta por materias inertes, agua así como sustancias orgánicas con una proporción soluble en agua y convertible biológicamente, utilizando agua como medio disolvente, de lavado y de separación, caracterizado porque primeramente se mezcla la mezcla de sustancias en una mezcladora (4) de forma continua con agua como medio de separación y de lavado, sin segregar componentes de la mezcla, hasta haber ajustado un contenido de sustancia seca del 15 al 25%, porque en una primera etapa:
  - la mezcla de sustancias procedente de la mezcladora (4) se descarga mediante un transportador (9), para lo cual mediante la adición de agua (11, 12) permanecen disueltos los componentes ligeros en una mezcla de sólidos / líquidos con un contenido de sustancia seca del 10% al 20%, mientras que los componentes pesados se sedimentan y se separan con el transportador como primera fracción inerte pesada (15) con un tamaño de grano de > 25 mm,
  - se separan por cribado de la mezcla de sólido / líquido restante (14) las sustancias orgánicas ligeras con un tamaño de 30 a 120 mm como primera fracción orgánica de materia ligera (22), se vuelven a lavar y se prensan, porque en una segunda etapa
    - se separan por gravedad de la suspensión restante con un contenido ajustado de sustancia seca del 6% al 12%, primeramente las materias pesadas inertes (28) con un tamaño de grano de 2 - 25 mm y a continuación se separan mediante cribado y lavado otras sustancias orgánicas ligeras (32) con un tamaño de grano de 3 a 30 mm; porque en una tercera etapa
      - se separan de la suspensión restante con un contenido ajustado de sustancia seca del 3% al 8%, más sustancias pesadas inertes (40) con un tamaño de grano < 2 mm mediante fuerza centrífuga, y después otras sustancias ligeras orgánicas (49) con un tamaño de grano de 150 µm hasta 3 mm, mediante cribado y lavado.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque en la 1<sup>a</sup> a 3<sup>a</sup> etapa se emplea como medio disolvente, de lavado o de separación agua fresca a agua de recirculación compuesta por filtrado sin tratar y/o depurado o aguas residuales de la 2<sup>a</sup> y/o 3<sup>a</sup> etapa.

3. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 ó 2, caracterizado porque en la 1ª etapa la descarga (8) de la mezcladora (4) se separa por medio de un transportador de tornillo sinfín (9), que en la zona superior presenta suficiente area de sección libre para que una parte, compuesta principalmente por sustancias ligeras, se retire por encima del tornillo sinfín directamente a un clasificador a contracorriente 10, y otra parte compuesta principalmente por sustancias pesadas, se siga liberando de sustancias ligeras mediante agua de lavado (13) y se descargue por medio del transportador de tornillo sinfín (9), para lo cual se descargan a través de esclusa preferentemente en la primera etapa las sustancias ligeras (14) por medio de la presión hidráulica causada por el nivel de llenado en la mezcladora (4). por la presión previa por medio de las bombas de agua lavado (54, 55) así como por la alimentación de agua fresca (13) a través del clasificador contracorriente (10) al cribado (16), o en la 1ª etapa las sustancias se lavan en cascada las sustancias pesadas en el transportador (9) con el filtrado de la 2ª etapa (11) y el filtrado depurado de la 3ª etapa (12) así como con agua fresca (13), con lo cual las sustancias pesadas que se sedimentan se liberan de la materia orgánica disuelta, de las sustancias ligeras y de las sustancias pesadas más finas, además preferentemente de modo que en la 1ª etapa se utiliza adicionalmente aire comprimido para efectuar el barrido de las sustancias pesadas en el transportador (9).
4. Procedimiento según la reivindicación 3, caracterizado porque las sustancias pesadas inertes (15) desgargadas en la 1ª etapa se desmenuzan mediante una machacadora y una vez desmenuzadas se añaden para su ulterior depuración, bien a la mezcla de sustancias de la 2ª etapa, en caso de un desmenuzado inferior a 15 mm, o a la mezcla de sustancias de la 3ª etapa en caso de un desmenuzado menor a 3 mm para lo cual antes del desmenuzado se separan los metales por medio de un separador de metales.
- 5, Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque el filtrado (33) de la 2ª etapa pasa primeramente a un contenedor de filtrado (34) y desde allí se conduce en la 3ª etapa a un hidrociclón (36), mediante el cual y según el contenido de sustancia seca y la viscosidad del filtrado se separan sustancias pesadas con un tamaño de grano de hasta 50 µm - 150 µm, para lo cual se clasifica y lava preferentemente la corriente de fondo (37.2) del hidrociclón por medio de una espiral clasificadora (38) mediante la adición de agua de recirculación (58), para lo cual la fracción pesada depurada se lava y deshidrata por medio de una cubeta de sedimentación con descarga

por tornillo sinfín (39) mediante lavado con agua fresca (37,3), y la fracción pesada con carga de materia orgánica y el agua de lavado (41) se devuelven al contenedor de filtrado (34) de la 2ª etapa o se lava y deshidrata la corriente de fondo (37.2) del hidrociclón por medio de una criba vibratoria con lavado por agua fresca, o se conduce el repose (37.1) del hidrociclón a una criba vibratoria (43), se lavan las partículas cribadas con agua fresca y/o con filtrado, se deshidrata mecánicamente la torte de filtro (44) previamente espesada, por medio de una prensa de husillo (45) y se devuelve el agua de prensado a la criba vibratoria (43).

6. Procedimiento según la reivindicación 5, caracterizado porque el filtrado (50) de la criba vibratoria se somete en su totalidad o por partes a un tratamiento aerobio o anaerobio para reducir la viscosidad debida al enriquecimiento de materia orgánica disuelta, y a continuación se vuelve a conducir al proceso como agua de recirculación, para lo cual se conduce preferentemente el filtrado (50) a otro contenedor de filtrado (52), se elige el tiempo de permanencia del filtrado (50) en este contenedor, así como el tiempo de permanencia del filtrado 33 de la 2ª etapa en el contenedor de filtrado (34) previo al hidrociclón mediante el correspondiente dimensionado de los contenedores, de modo que tenga lugar la hidrólisis del filtrado y además se depura preferentemente un flujo parcial del filtrado (53) procedente del contenedor de filtrado (52) mediante otro tratamiento anaerobio de las aguas residuales, y se vuelve a aprovechar en el proceso el vertido depurado procedente del tratamiento de las aguas residuales como agua de recirculación, para lo cual se consigue una mayor solubilidad de la fracción orgánica gracias a un bajo valor pH del agua de recirculación.
7. Procedimiento según la reivindicación 6, caracterizado porque el filtrado de la 3ª etapa sometido a un tratamiento aerobio o anaerobio se libera de sustancias nocivas y/o de sales antes de devolverlo al proceso como agua de recirculación, por medio de sistemas de microfiltración, nanofiltración u ósmosis inversa, con lo cual se reduce la concentración de sustancias nocivas de la mezcla de sustancias en el proceso debido al agua de recirculación depurada.
8. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 ó 7, caracterizado porque antes de devolver el agua de recirculación (56) al proceso se calienta por medio de un intercambiador de calor (56) hasta 30° - 85° para mejorar el rendimiento de separación del conjunto del sistema, el grado de deshidratación de las fracciones de materia

orgánica, la solubilidad de la materia orgánica fermentable y la higienización de las fracciones individuales así como para ajustar la temperatura de 35° ó 55° necesaria para la fermentación de las aguas residuales (53) y/o de las fracciones de sustancia ligera (22, 32, 49), y/o porque para la fermentación de las aguas residuales (53) así como para la totalidad o para algunas de las fracciones de sustancias ligeras (22, 32, 49) se utiliza un proceso conocido por el estado de la técnica, en particular el proceso de fermentación en seco así como el proceso de fermentación en húmedo, para lo cual las fracciones de sustancia ligera (22, 32, 49) segregadas en la 1ª a 3ª etapa se ajustan preferentemente durante la fermentación a un grado de deshidratación predeterminado y se someten a un desmenuzado posterior.

9. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado porque las fracciones de sustancia ligera (22, 32, 4) segregadas en la 1ª a 3ª etapa se deshidratan al máximo posible por procedimiento mecánico y/o se someten a un tratamiento térmico-biológico posterior y se secan para su utilización energética o material como fertilizante en seco, para lo cual las fracciones de sustancia ligera (22, 32, 49) secadas térmicamente se emplean preferentemente después de su pelletización para mejorar la compatibilidad con las plantas como pellets de fertilizante en seco o se emplean las fracciones ligeras secadas (22, 32, 49) como medios auxiliares de pelletización para el pelletizado de sustitutos de combustible tales como residuos de embalaje o rebose de cribado tratado procedente de plantas de tratamiento mecánico-biológico, con lo cual se mejora al mismo tiempo la termoestabilidad de los pellets de combustible al utilizarlos en procedimientos de gasificación en cuba.
10. Dispositivo para realizar el procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, compuesto por la interconexión sucesiva de
  - un transportador dosificador (2), una mezcladora (4), un transportador de tornillo sinfín (9), un clasificador a contracorriente (10), un dispositivo de cribado (16) y una prensa (19), en una primera etapa del proceso
  - de una cubeta de sedimentación (23), de un tornillo sinfín de descarga (24), de un dispositivo de cribado (29) y de un contenedor de filtrado (34), en una 2ª etapa del proceso
  - de una bomba centrífuga (35), de un hidrociclón (36), de una criba vibratoria (43) y de una prensa de tornillo sinfín (45), así como continuación del hidrociclón, de una espiral de clasificación (38), de un baño de calado con descarga de arena (39), en una 3ª etapa del proceso.

FIG.1

1/2

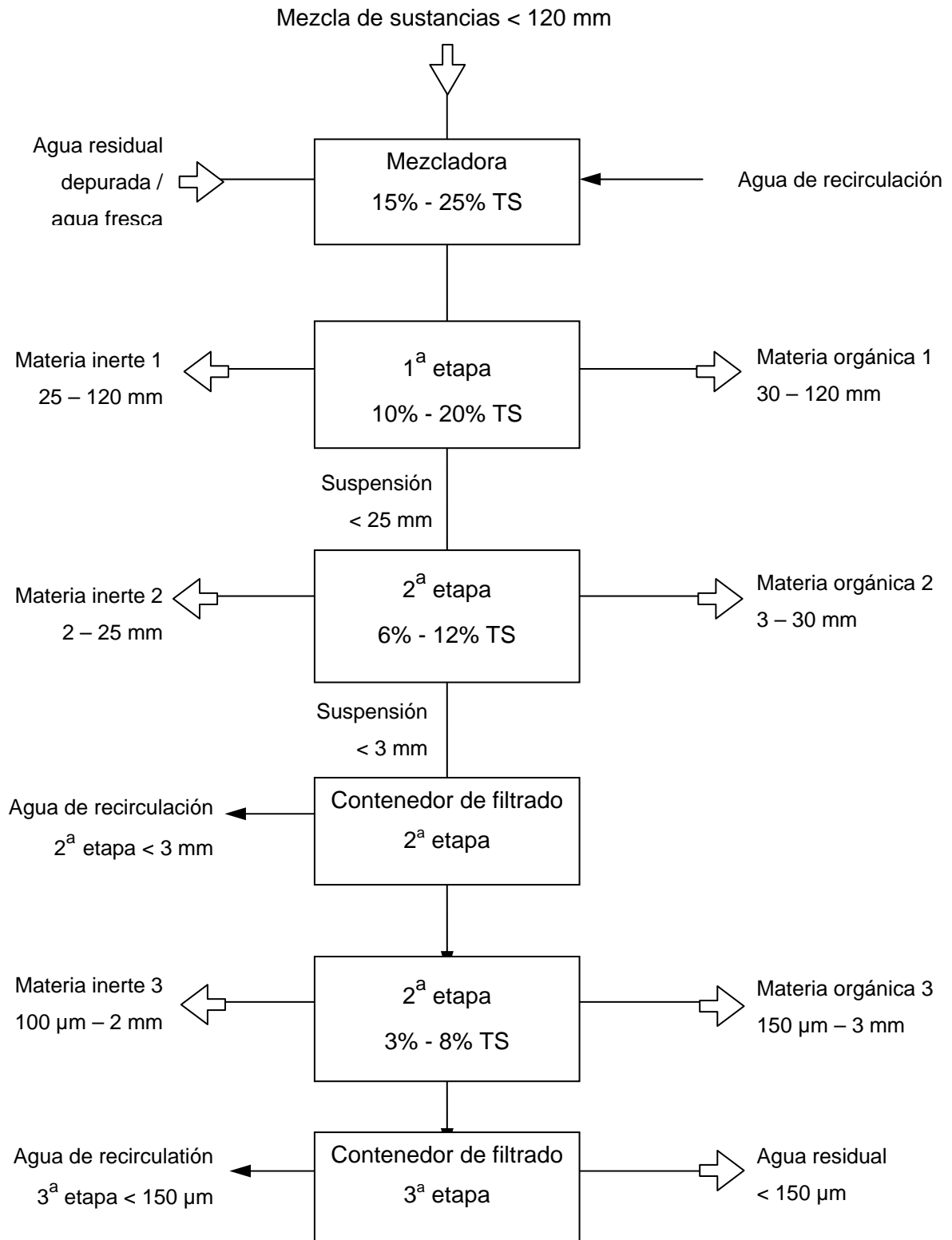


FIG.2

2/2

