

# Procedimiento operativo para sustituir FerroSorp<sup>®</sup> S en tanques de filtración para desulfuración

## Tabla de contenidos

1	Introducción	1
2	Equipamiento	2
3	Preparación para el trabajo	2
4	Purgado del tanque de filtración con nitrógeno	3
5	Retirada de los gránulos de desulfuración	4
6	Almacenamiento y disposición de FerroSorp <sup>®</sup> S	5
7	Rellenado del tanque de filtración	5
8	Puesta en marcha del tanque de filtración con FerroSorp <sup>®</sup> S	7

## 1 Introducción

El purgado del filtro de gas con nitrógeno y de los componentes del sistema limítrofes es siempre necesario cuando cualquier trabajo que se esté realizando en el depósito del filtro o en los componentes limítrofes pueda poner en peligro la salud de los empleados, o si existe alguna posibilidad de ignición de la mezcla de gas/aire. Una de estas posibilidades se produce durante la sustitución de los pellets de desulfuración en el depósito del filtro.

La zona del sistema que se va a purgar debe extenderse hasta el exterior de la zona de trabajo. Todos los puntos de cruce con las partes del sistema que contienen gas deben sellarse.

Parte del trabajo se realiza dentro de la zona Ex del filtro de gas. Por lo tanto, deben tomarse las medidas adecuadas para evitar la ignición de una atmósfera explosiva. Algunos ejemplos son la prohibición de fumar, de fuentes de luz abiertas y de llamas abiertas.

Los trabajos necesarios en los que intervengan fuentes de ignición deben realizarse en el período en el que sea imposible la formación de una atmósfera explosiva.

Si existe riesgo de fuentes de ignición involuntarias durante el purgado del depósito, esta operación no debe realizarse. Este es especialmente el caso durante una tormenta eléctrica.

**En cualquier circunstancia y en todo momento está prohibido trabajar solo durante todo el proceso de cambio.** Al menos una persona competente debe estar presente o al menos dentro del alcance visual y auditivo.

## 2 Equipamiento

A continuación se enumeran los equipos necesarios para el correcto purgado y control del riesgo de explosión. No se enumeran los equipos y herramientas necesarios para los trabajos posteriores y tras la prevención del peligro de explosión.

- Equipo de extinción de incendios
- Manta ignífuga
- Agua de refrigeración, manguera de agua suficientemente larga y boquilla pulverizadora
- Dispositivo de aviso de explosión
- Detector de H<sub>2</sub>S
- Bombona de nitrógeno con reductor de presión
- Manguera de aire comprimido con conexión adecuada al soplador y al depósito del filtro, de al menos 10 m de longitud
- Llave inglesa
- Lámpara de mano antiexplosiva
- Tapas de brida

## 3 Preparación para el trabajo

Para determinar los componentes del sistema que deben purgarse, se consultará al empleado responsable de la planta de tratamiento de aguas residuales / planta de biogás. Conjuntamente, se examinará el sistema de tuberías de gas y se determinarán los puntos de cruce apropiados hacia las partes no ventiladas del sistema.

Se prefieren las uniones bridadas en las que se puedan insertar juntas como puntos de paso a las partes no ventiladas del sistema.

### ¡Atención!

**En la zona de la planta que se va a purgar no debe haber colectores con ramificaciones de tuberías que no puedan purgarse completamente o cerrarse de forma segura.**

**Especialmente críticas son las conexiones a las líneas de suministro de la red de gas, ya que el gas puede introducirse a presión de forma inadvertida en la zona de trabajo.**

Si no es posible purgar completamente el sistema de tuberías que debe asegurarse o separarlo de forma fiable de todas las partes del sistema que transportan gas, no se deberá realizar ningún trabajo en el depósito del filtro.

La zona de trabajo debe asegurarse contra el acceso no autorizado. Si por la zona de trabajo pasan vías de circulación internas, éstas deberán cerrarse.

Si no existen otros filtros de gas controlables por separado, el gas generado debe almacenarse, quemarse mediante una antorcha de emergencia o ventearse a la atmósfera. Si el gas no puede almacenarse, es preferible utilizar la antorcha de emergencia a ventearlo a la atmósfera. Las medidas adicionales necesarias para estas operaciones dependen de las circunstancias específicas y no pueden darse de forma general.

Los siguientes pasos deben realizarse en el orden indicado:

- Cierre los consumidores de gas si no se pueden accionar a través de un depósito de filtro de gas adicional, que esté separado y a prueba de gas de la zona que se va a purgar. Cierre las válvulas de la tubería de gas desde el depósito del filtro de gas hasta todos los consumidores, por ejemplo, CHP. Si hay varias válvulas instaladas en un sistema de tuberías de gas, deben cerrarse todas.

- Abra las válvulas de cierre (válvulas shut-off) en la tubería de gas entre la fuente de gas y la antorcha de emergencia, o ventile y evite el cierre automático. Cierre la válvula de cierre (válvulas shut-off) en la tubería de gas que conduce al tanque de gas.
- Cierre la válvula de cierre (válvulas shut-off) de la tubería de entrada de gas al depósito de gas. Si hay varias válvulas instaladas en la tubería de gas, deben cerrarse todas.
- Las válvulas de cierre (válvulas shut-off) del conducto de gas desde la fuente de gas (digestor) hasta el depósito de gas deberán estar aseguradas mediante señales de advertencia contra la apertura no autorizada.

Durante el proceso de cambio debe llevarse ropa de protección.



#### 4 Purgado del tanque de filtración con nitrógeno

**¡Atención! Si es posible, colóquese siempre a favor del viento delante del depósito del filtro.**

El gas a presión que aún queda en el tanque del filtro se libera abriendo una válvula de escape.



Después de que la presión interna del depósito del filtro haya liberado el gas, se abrirá el adaptador de escape y se conectará una botella de gas llena de nitrógeno a la válvula de entrada. Siempre que la manguera de aire comprimido o las tuberías que van al tanque del filtro no requieran otras restricciones, el reductor de presión de la botella de gas debe regularse a no más de 2,5 bar.

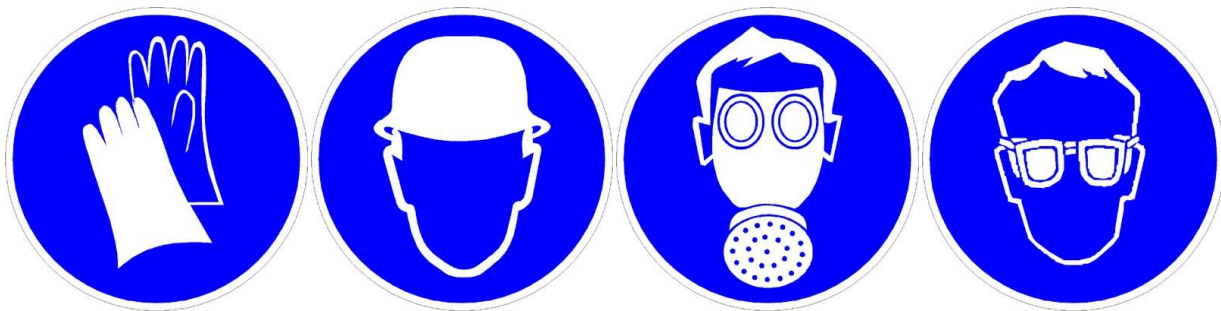
La cantidad de nitrógeno utilizada para el purgado debe ser al menos el doble del volumen del depósito del filtro vacío, incluido el volumen muerto. A continuación, debe comprobarse el éxito de la inertización. La concentración de metano debe ser inferior al 1% en volumen (20% LEL) y la concentración de sulfuro de hidrógeno inferior a 7,1 mg / m<sup>3</sup> (5 ppm). En caso contrario, debe continuarse el inertizado con nitrógeno hasta que se cumplan las concentraciones de metano y sulfuro de hidrógeno.

## 5 Retirada de los gránulos de desulfuración

Nota: Siga las instrucciones de extracción del proveedor para el material de desulfuración utilizado actualmente si no es FerroSorp® S.

Después de haber purgado suficientemente todas las tuberías y el depósito del filtro, se pueden extraer los pellets de desulfuración FerroSorp® S. Para ello hay que retirar las bridas u otros tapones de la salida.

**Hay que utilizar ropa de protección.**



**¡Atención!**



En contacto con el oxígeno es posible que se produzca un calentamiento espontáneo de FerroSorp® S. Es importante garantizar que las temperaturas en el gas y en la pared del recipiente permanezcan por debajo de 60 °C (140 °F). Prevalecen las normas más estrictas por parte del depósito del filtro.

**¡Atención! La temperatura suele aumentar al cabo de unos minutos, ¡pero muy rápidamente!**

El riesgo de una acumulación importante de calor puede minimizarse manteniendo durante el funcionamiento del filtro de gas una concentración continua de oxígeno que alcance al menos el doble de la concentración de sulfuro de hidrógeno. Sin embargo, el calentamiento espontáneo no puede descartarse por completo.

Debe garantizarse que se dispone de espacio suficiente para la descarga del material. Si es posible, el material debe introducirse inmediatamente en un contenedor o recipiente adecuado resistente al calor. Si no se dispone de él, el material debe descargarse en el suelo. Para evitar un calentamiento excesivo, los pellets de desulfuración FerroSorp® S deben esparcirse inmediatamente después del vaciado en una zona abierta. Las cantidades mayores deben vaciarse y esparcirse por lotes. En caso de calentamiento espontáneo, FerroSorp® S deberá enfriarse inmediatamente con agua. Para evitar la inhalación de los vapores potencialmente tóxicos, el agua deberá rociarse con una manguera y una boquilla desde una distancia suficiente, y rociarse desde el lado del viento.

Si el material no se vacía completamente del depósito del filtro, ayúdese con cuidado utilizando una escoba o una pala, sin causar daños al depósito. Si es posible, nadie debe entrar en el filtro. Sin embargo, si es necesario, tiene que ser la persona responsable de la planta o un subordinado instruido y competente quien entre en el filtro. Esto también se aplica a todos los demás trabajos en espacios confinados.

Después de vaciar el depósito del filtro, éste debe limpiarse al máximo con una escoba o algo similar. Todos los tamices y vías de gas deben quedar limpios de partículas restantes. A continuación se puede cerrar la salida del filtro de gas.

## 6 Almacenamiento y disposición de FerroSorp® S

Para el almacenamiento intermedio, FerroSorp® S debe guardarse en un lugar seco y protegido del viento. Si durante el capítulo 5 se ha observado una acumulación de calor, deberá vigilarse el medio durante los primeros días después del cambio. En caso necesario, deberá enfriarse.

En Alemania, el material de desulfuración FerroSorp® S está clasificado como residuo no peligroso y, en determinadas condiciones, puede utilizarse en la agricultura. Siguiendo una recomendación del Grupo de Trabajo de los Estados Federales Alemanes sobre el control del tráfico de fertilizantes, con azufre elemental cargado FerroSorp® S se clasifica legalmente como «auxiliares tecnológicos que utilizan azufre elemental de origen industrial» tras su uso para el tratamiento de gases en plantas de biogás. Por lo tanto, este producto es un tipo de fertilizante según el DüMV (Reglamento de Fertilizantes) Apéndice 2, Tabla 8.1, línea 8.1.4 «precipitante» en conjunción con la Sección 1, Tabla 1.5, «Directrices para fertilizantes de materias primas secundarias», línea 1.5.9 «Azufre elemental», que puede añadirse al residuo de fermentación de la planta de biogás antes de su aplicación en la agricultura.

Para evitar una posible reformación de sulfuro de hidrógeno a partir del azufre contenido en el material cargado, FerroSorp® S sólo debe añadirse poco antes de la aplicación o uso agrícola del digestato en el tanque de almacenamiento de digestato. Esto se aplica especialmente a los tanques de almacenamiento de digestato cubiertos, cuya cámara de gas está conectada a los tanques de gas de la planta de biogás.

Si no es posible ningún uso agrícola del FerroSorp® S cargado, recomendamos eliminar los pellets de desulfuración FerroSorp® S cargados utilizando el código de residuo ASN EWC 060603 - «residuos que contienen sulfuros distintos de los mencionados en 060602» según el Catálogo Europeo de Residuos (CER).

En Alemania, muchos vertederos municipales y vertederos de construcción aceptan el material de desulfuración FerroSorp® S cargado, que es un residuo no peligroso, previa presentación de un análisis de declaración.

## 7 Rellenado del tanque de filtración

Debe asegurarse de que todas las aberturas del depósito del filtro, excepto la abertura de llenado, estén cerradas y sean herméticas al gas. Para Big Bags recomendamos el uso de un adaptador de llenado y una extensión de manguera (ver foto). Esto garantiza un llenado cuidadoso del material en el depósito. Debe prestarse atención a mantener el extremo de la manguera cerca de la superficie del material. Durante el proceso de llenado, la manguera debe levantarse constantemente, de modo que siempre permanezca por encima de la superficie del material y no se atasque en el material. Esto es aún más importante en el caso de grandes alturas de caída.

**Si es posible, nadie debe entrar en el filtro.** Sin embargo, si es necesario, debe ser la persona responsable de la planta o un subordinado instruido y competente quien entre en el filtro. Esto también se aplica a todos los demás trabajos en espacios confinados.



Los bordes afilados deben redondearse o, de lo contrario, la manguera de llenado puede agrietarse.



## 8 Puesta en marcha del tanque de filtración con FerroSorp<sup>®</sup> S

Después de llenar el depósito, el orificio de llenado debe volver a cerrarse a prueba de gas. La estanqueidad del sistema debe comprobarse creando una sobrepresión con nitrógeno superior a las condiciones de funcionamiento normales. El operador de la planta debe fijar un valor adecuado. Una vez comprobada la estanqueidad del sistema, el nitrógeno puede descargarse a través de la válvula de escape.

A continuación, la válvula de escape permanece abierta y el depósito debe volver a purgarse con nitrógeno (véase más arriba). La cantidad debe ser al menos el doble del volumen del depósito del filtro.

Antes de dar los siguientes pasos de la puesta en marcha, hay que tener en cuenta las posibilidades de enfriar la pared del filtro y/o el medio filtrante y, en su caso, prepararse para el caso de complicaciones inesperadas. Un buen método es tener nitrógeno disponible y aún conectado, que podría sustituir al biogás o diluirlo. Otras opciones adecuadas podrían ser tener una manguera de agua a mano o preparar boquillas de agua en un filtro listo para su uso.

Ahora se puede iniciar el purgado con biogás. El procedimiento es diferente para FerroSorp<sup>®</sup> S, FerroSorp<sup>®</sup> Sd y FerroSorp<sup>®</sup> Sk. Los siguientes pasos son válidos tanto para FerroSorp<sup>®</sup> S como para FerroSorp<sup>®</sup> Sd y deben realizarse en el orden indicado:

- Todas las válvulas de la tubería de entrada de gas que va del tanque de fermentación al tanque de filtrado, que están abiertas en el modo de funcionamiento estándar, tienen que abrirse.
- Si hay una antorcha de emergencia, abra sus válvulas y cierre la válvula de escape. De lo contrario, mantenga abierta la válvula de escape. A continuación, abra la válvula de cierre del conducto de gas a la fuente de gas para quemar el gas durante los primeros 30 minutos.
- Al entrar en contacto las aguas residuales o el biogás con los granulos de desulfuración, se produce la reacción exotérmica del CO<sub>2</sub> con el Ca(OH)<sub>2</sub> a CaCO<sub>3</sub> y H<sub>2</sub>O, por lo que se produce un calentamiento excesivo. Es importante garantizar que las temperaturas del gas y de la pared del recipiente se mantengan por debajo de 60 °C (140 °F). Las normas más estrictas del fabricante del tanque del filtro tienen prioridad. Para controlar la reacción, la corriente de gas debe reducirse en consecuencia o diluirse con nitrógeno al principio (unos 30 minutos). **¡Atención! La temperatura suele aumentar al cabo de unos minutos, ¡pero muy rápidamente!** Si la temperatura supera los 60 °C (140 °F), el flujo de gas debe detenerse inmediatamente hasta que las temperaturas vuelvan a ser significativamente más bajas.
- **Una forma más segura es diluir el gas con nitrógeno** hasta que finalice la reacción. Para ello, la dilución del gas debe disminuir con el tiempo.
- Tan pronto como el filtro contenga gas utilizable y la temperatura del gas, así como la temperatura en la pared del filtro, se encuentre dentro del rango normal, pueden abrirse todas las válvulas de las tuberías de gas que van a los consumidores (por ejemplo, CHP, caldera, etc.). Si se dispone de respiraderos, se pueden desairear las tuberías. Una vez cerradas todas las válvulas y respiraderos, se puede activar el consumidor.
- El agua acumulada detrás del depósito del filtro de gas debe vaciarse abriendo el purgador de condensados.
- Los filtros de polvo existentes antes del consumidor deben sustituirse por filtros nuevos y limpios.

El FerroSorp<sup>®</sup> Sk ha sido acondicionado en fábrica, por lo que se ha cargado con CO<sub>2</sub>, de modo que gran parte de la reacción química descrita ya ha tenido lugar. Sin embargo, por razones técnicas, no se puede garantizar

que la reacción se haya completado. En consecuencia, también debe observarse el perfil de temperatura. En una modificación de los puntos anteriores, la puesta en marcha con FerroSorp<sup>®</sup> Sk puede proceder de la siguiente manera:

- Todas las válvulas de la tubería de entrada de gas al depósito del filtro y todas las válvulas cerradas de la tubería a la fuente de gas deben estar abiertas. La válvula de escape debe estar cerrada.
- Ahora el tanque del filtro de gas puede llenarse completamente con gas residual/biogás. Después de llenar el tanque del filtro, la concentración de gas es, dependiendo del volumen muerto del tanque del filtro, de alrededor del 80 - 90%. Si esta mezcla puede ser utilizada por el consumidor, por ejemplo, CHP, depende de sus especificaciones técnicas y debe ser evaluado por el operador de la planta de biogás / aguas residuales. Si el gas no puede utilizarse, debe quemarse mediante la antorcha de emergencia o descargarse a la atmósfera a través de una válvula de salida. Dependiendo de la estructura del sistema de tuberías, puede ser necesario quemar varios volúmenes de tanques de gas recién generado mediante la antorcha de emergencia.
- En cuanto el filtro contenga gas utilizable, pueden abrirse todas las válvulas de las tuberías de gas que van a los consumidores (por ejemplo, CHP, caldera, etc.). Si se dispone de purgadores, se pueden desairear las tuberías. Una vez cerradas todas las válvulas y respiraderos, se puede activar el consumidor.
- El agua acumulada detrás del depósito del filtro de gas debe vaciarse abriendo el purgador de condensados.
- Los filtros de polvo existentes aguas arriba de la consumidora deben reemplazarse por filtros nuevos y limpios.

Berlín, Diciembre 2024

## Le asesoramos Personalmente!

**HeGo Biotec International GmbH**

Goerzallee 305b · 14167 Berlin

Alemania

Teléfono: (030) 847 185 50

Fax: +49 30 847 185 60

Correo electrónico: [info@hego-biotec.com](mailto:info@hego-biotec.com)

[www.hego-biotec.com](http://www.hego-biotec.com)

HeGo Biotec<sup>®</sup> y FerroSorp<sup>®</sup> son marcas registradas internacionalmente de HeGo Biotec GmbH.

### Nota importante:

La información anterior se basa en la experiencia práctica y refleja el estado actual de la técnica. De nuestra información no puede derivarse una garantía jurídicamente vinculante de determinadas propiedades o de la idoneidad para un fin específico. El destinatario de nuestros productos debe respetar por su cuenta los derechos de propiedad y las leyes y normativas vigentes.