

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 920 327**

51 Int. Cl.:

C25B 1/04 (2011.01)

C25B 9/73 (2011.01)

C25B 15/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.05.2019** **PCT/EP2019/063722**

87 Fecha y número de publicación internacional: **05.12.2019** **WO19229019**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.05.2019** **E 19729194 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.05.2022** **EP 3802918**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para proporcionar al menos un flujo de producto por electrólisis**

30 Prioridad:

30.05.2018 DE 102018208624

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

02.08.2022

73 Titular/es:

**THYSSENKRUPP NUCERA AG & CO. KGAA
(100.0%)
Vosskuhle 38, Harpen
44141 Dortmund, DE**

72 Inventor/es:

**KLINK, STEFAN;
POLCYN, GREGOR DAMIAN;
BAUMGARD, FLORIAN;
PAUSCH, JÖRG;
DAHLHUES, KLAUS y
BERGS, DOMINIK**

74 Agente/Representante:

GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo

ES 2 920 327 T3

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

DESCRIPCIÓN

Procedimiento y dispositivo para proporcionar al menos un flujo de producto por electrólisis

CAMPO TÉCNICO

5 La invención se refiere a un dispositivo y a un procedimiento para proporcionar al menos un flujo de producto, en particular hidrógeno, por electrólisis por medio de un electrolizador, concretamente un dispositivo y un procedimiento según el preámbulo de la respectiva reivindicación independiente o subordinada.

10 ANTECEDENTES

Una instalación de electrólisis habitualmente está constituida por un electrolizador, un sistema de electrolito combinado y un sistema de gas. El electrolizador presenta una multiplicidad de celdas electroquímicas que están reunidas en una o varias estructuras. En la respectiva estructura, las celdas se suspenden, por ejemplo, a modo de un registro suspendido, en un cuadro de la estructura, de modo que las celdas pueden retirarse hacia arriba para su mantenimiento o reparación (la altura de construcción de una nave de edificio es como mínimo el doble de la altura de la celda). Por ejemplo, se proporcionan aproximadamente de tres a cinco estructuras, que pueden ser alimentadas individualmente o en conjunto.

20 La evacuación de electrolito de todas las celdas o de todas las estructuras se combina preferiblemente en un único conducto colector (la llamada "header" / cabecera). En la proximidad inmediata al electrolizador (habitualmente abajo o lateralmente al lado del electrolizador), están previstos para ello por cada lado de electrodo (ánodo y cátodo) respectivamente preferiblemente uno, pero opcionalmente también varios conductos de evacuación (de flujo por gravedad) (las llamadas cabeceras de evacuación). Allí, la mezcla bifásica producida durante la electrólisis para la obtención de gas (en el caso de la electrólisis de agua, en particular, anólito y oxígeno o católito e hidrógeno) se acumula desde las celdas y se separa. En general, el término "cabecera" se entiende como un conducto colector externo; a diferencia de los tubos múltiples ("manifolds") (conductos colectores) utilizados dentro de las celdas, las cabeceras están dispuestas fuera de las celdas. Una cabecera puede reunir la evacuación de una multiplicidad de celdas (por ejemplo, 260 celdas), en particular de todas las celdas de una o varias estructuras o incluso de toda la instalación. La fase gaseosa se descarga hacia arriba, mientras que la fase líquida o el electrolito (anólito y católito) se conduce hacia abajo a los llamados contenedores de anólito o católito para acumular el electrolito. Por lo tanto, estos últimos sirven como contenedores de vaciado para el electrolito descargado de las celdas y como una especie de depósito intermedio para un sistema de bombeo para garantizar un circuito de electrolito.

35 Cabe mencionar que una instalación de electrólisis puede funcionar opcionalmente en modo de funcionamiento combinado (en particular, "modo de funcionamiento cruzado"), en el que los lados de anólito y católito se hacen funcionar de forma combinada. Opcionalmente, el modo de funcionamiento puede ser también un modo de funcionamiento separado (en particular, "modo de funcionamiento en paralelo"), en el que cada lado se hace funcionar individualmente y por separado del otro lado.

40 Para garantizar la libre evacuación de las celdas, el electrolizador y los conductos de evacuación deben instalarse por encima de los contenedores de anólito y de católito. Esto da lugar a una altura mínima de construcción de la instalación de electrólisis que hay que cumplir, que en muchos casos, dependiendo del lugar de instalación, debe superar la altura de construcción máxima permitida o deseada, lo que conlleva entonces unos costes de construcción y equipamiento significativos. Por lo tanto, desde hace tiempo hay interés en una instalación de electrólisis que sea lo más compacta posible y tenga una buena funcionalidad.

50 Del documento US2012/0222955A1 se conoce una instalación de generación de hidrógeno a alta presión en la que un depósito está unido a un extremo de un conducto de retorno, cuyo otro extremo está unido a una abertura de salida de oxígeno de un aparato de electrólisis de agua. El oxígeno generado en el ánodo se mezcla con agua gastada y se conduce a través del conducto de retorno al depósito, donde se separan entre sí. Otros dispositivos de electrólisis y procedimientos de electrólisis conocidos anteriormente se describen, por ejemplo, en las siguientes publicaciones: US2014/0367272A1, US2017/0247800A1, US6,338,786 B1, US8,137,513B2, EP2905359A1.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

55 La invención tiene el objetivo de proporcionar una instalación de electrólisis (dispositivo), en particular para la generación electroquímica de hidrógeno por electrólisis de agua, así como un procedimiento con las características descritas al principio, con los cuales la electrólisis o la tecnología de instalación requerida para ello pueda optimizarse aún más, en particular también en una realización más económica y más ahorradora de espacio y/o con respecto a la seguridad de funcionamiento. El objetivo también puede considerarse en general como el de proporcionar un concepto general atractivo para la electrólisis en términos de tecnología de procedimientos y de instalaciones, que preferiblemente sea también compatible con el mayor número posible de tipos de proceso de electrólisis empleados hasta ahora.

Este objetivo se consigue según la invención mediante un dispositivo de electrólisis según la reivindicación 5. De esta manera se pueden lograr diversas ventajas en tecnología de dispositivos relacionadas con el dispositivo de electrólisis y también con los componentes acoplados a este. Además, resultan ventajas en tecnología de procesos y posibilidades de variación. Por ejemplo, se puede prescindir completamente de la descarga de gas de un contenedor de ánolito o católito. El depósito colector multifuncional puede estar concebido y dispuesto o conectado o entubado para el suministro de bomba.

Se ha demostrado que la disposición según la invención no se limita al modo de construcción de "celda única", sino que también puede aplicarse a los demás conceptos de construcción habituales de los dispositivos de electrólisis. Tampoco es necesaria, por ejemplo, una limitación a la electrólisis de agua, porque la disposición según la invención proporciona las ventajas descritas aquí también en la electrólisis de otras sustancias discrecionales.

Según la invención, la estructura, o el concepto constructivo, predeterminados por las funciones individuales puede romperse mediante la integración funcional, en particular también con la ventaja de que la instalación puede diseñarse o concebirse de manera más flexible y también puede optimizarse, por ejemplo, en lo que respecta a la altura de construcción. En particular, cabe mencionar las siguientes ventajas de la disposición según la invención: reducción de costes en cuanto a equipos, tuberías, construcción de acero; menor tamaño de la instalación; reducción de la altura de construcción; reducción del tiempo de construcción; reducción del riesgo de inundación del contenedor colector multifuncional; aumento de la seguridad de funcionamiento; reducción del esfuerzo en cuanto a instrumentación y control de proceso. Por ejemplo, pueden ahorrarse varios metros de altura de construcción, incluso en el caso de una nave de edificio que cubre el dispositivo. Al prescindir de un contenedor colector separado, la altura total también puede reducirse significativamente si el volumen del contenedor colector multifuncional es comparativamente grande y el contenedor colector multifuncional está dispuesto por debajo de las celdas.

El contenedor colector multifuncional es una cabecera de evacuación multifuncional la MFH con un volumen de funciones integrado. En particular, el contenedor colector multifuncional también puede denominarse contenedor colector de flujo por gravedad, en particular, contenedor colector de paso continuo de flujo por gravedad. El término "flujo por gravedad" se refiere habitualmente a un conducto que no está completamente llenado, que está llenado por ejemplo solo a mitad. Hasta ahora, las cabeceras de evacuación realizadas habitualmente como conductos de flujo por gravedad presentan una multiplicidad de alimentaciones para el electrolito (conforme a las evacuaciones de la multiplicidad de celdas de electrólisis) y, además, al menos una salida para la fase líquida y una salida para la fase gaseosa. El término "flujo por gravedad" puede entenderse como una indicación de la opción técnica de procedimiento de poder retirar una fase gaseosa de un conducto por separado de una fase líquida. La MFH según la invención se caracteriza por la integración según la invención en el concepto de instalación según la invención y por la concepción según la invención para la multiplicidad de funciones (en particular hasta seis funciones).

Por electrolizador se entiende preferiblemente un dispositivo preparado para la electrólisis. En lo sucesivo, se entiende preferiblemente por electrolito cualquier tipo de fluido en cualquier momento del procedimiento y en cualquier composición de fase en un dispositivo de electrólisis, ya sea en el momento (del procedimiento) de la descarga de las celdas o en el momento (del procedimiento) de la recirculación a través de un sistema de bombeo. Por definición, el término electrolito incluye también las mezclas bifásicas de ánolito / católito y gas, y también incluye conceptualmente la fase gaseosa. En consecuencia, el término de electrolito según la presente definición incluye en particular cualquier tipo de fluido o mezcla bifásica producida durante la electrólisis, en particular también espuma.

Por celda se entiende preferiblemente una unidad del electrolizador en la que puede tener lugar la electrólisis, en particular independientemente de otras celdas contiguas. Varias celdas pueden estar reunidas en una estructura de, por ejemplo, 100 celdas.

Por sistema de bombeo se entiende preferiblemente un sistema concebido para la conducción en circuito del electrolito, ya sea con respecto al ánolito y/o con respecto al católito.

Por "integral" se entiende preferiblemente una incorporación o fusión de una pluralidad de funciones y/o componentes de la instalación y/o pasos de procedimiento.

En lo sucesivo, se describe a modo de ejemplo la electrólisis de agua, concretamente haciendo referencia al lado del ánodo (ánolito u oxígeno). Esta descripción es aplicable de forma análoga al lado del cátodo (católito o hidrógeno).

Según el estado de la técnica, la función de las cabeceras de evacuación de ánolito (conductos de evacuación) está separada de la función de los contenedores de ánolito. La respectiva cabecera de evacuación de ánolito sirve para reunir la mezcla bifásica de ánolito (que comprende, en particular, oxígeno) de los componentes individuales (en particular, celdas) del electrolizador. El contenedor de ánolito, en cambio, sirve de suministro de la bomba o de almacén intermedio para ánolito.

Según la presente invención, las funciones de una cabecera de evacuación de ánolito clásica y de un contenedor de ánolito clásico se reúnen mediante la combinación de los dispositivos y la técnica de procedimiento de estos equipos

formando un depósito de cabecera de ánolito integral común (depósito colector multifuncional o cabecera de evacuación multifuncional MFH). Según la invención, el contenedor de ánolito habitual hasta ahora según el estado de la técnica puede ser sustituido; se puede prescindir de un contenedor de ánolito separado. Según la invención, se puede aumentar el volumen de la cabecera de evacuación de ánolito habitual hasta ahora. En el depósito de cabecera multifuncional (MFH) creado de esta manera se puede acumular la mezcla bifásica de ánolito y oxígeno procedente de todas las celdas. Además, opcionalmente se puede proporcionar también la función de un suministro de bomba y un almacén intermedio para el circuito de ánolito, por medio de la MFH. El volumen de funcionamiento y el nivel de llenado para la MFH también pueden seleccionarse o ajustarse tan grandes que mediante una velocidad de flujo correspondientemente baja se pueda garantizar una separación de fases (fase gaseosa y líquida) suficientemente completa y, además, se pueda proporcionar un volumen suficientemente grande como suministro de bomba. Además, opcionalmente, el volumen total de la MFH también puede elegirse tan grande que los componentes o celdas individuales de la respectiva estructura del electrolizador puedan vaciarse completamente a la MFH (función de drenaje).

Gracias al depósito colector multifuncional MFH según la invención, además se puede reducir el número de piezas de equipamiento necesarias y, por tanto, también se pueden ahorrar costes. De este modo, la altura de construcción total puede reducirse, por ejemplo, en tres o cuatro metros aproximadamente. De este modo, se puede garantizar de manera ventajosa también una repercusión directa en la altura de construcción total de la sala de celdas (o indirectamente la altura de una nave de máquinas, nave de almacenamiento). Esto hace posible también ahorros de costes adicionales, especialmente en lo que respecta a la construcción de acero y la construcción de tuberías.

Por contenedor colector multifuncional MFH se entiende preferiblemente un contenedor que, a diferencia de un conducto, está configurado para una duración de permanencia mínima del fluido que ha de ser acumulado, estando definido un valor umbral inferior para la duración de permanencia mínima especialmente por el fluido no desplazado al menos temporalmente (fluido dispuesto de forma estacionaria) (función de depósito), y pudiendo definirse la duración de permanencia mínima especialmente por el volumen del contenedor colector. La MFH está concebida para acumular el fluido mediante la reducción de la velocidad de flujo del fluido, en particular a la velocidad de flujo cero (0) durante la duración de permanencia mínima.

Para la multifuncionalidad integrada, la MFH se puede proporcionar con un volumen comparativamente grande. Por el contrario, un gran volumen, hasta ahora no era conveniente para separar la función de las cabeceras de evacuación. Asimismo, hasta ahora no se podía pensar en una integración funcional, especialmente en el caso de mezclas de cloro-álcali, ya que esto habría supuesto tener que aceptar sacrificios en cuanto al volumen de almacenamiento intermedio del contenedor de ánolito.

Se ha demostrado que la integración de funciones puede realizarse, en particular, en la electrólisis de agua en relación con un concepto de procedimientos e instalaciones eficiente y atractivo. En el caso de la electrólisis de agua se puede hablar de un proceso en circuito auténtico. Se producen fluctuaciones de nivel comparativamente pequeñas, especialmente en comparación con los procesos de producción en el caso de las mezclas de cloro-álcali. Se ha demostrado que, especialmente en la electrólisis de agua, la totalidad del electrolito (fluido) que es evacuado del respectivo depósito de cabecera de ánolito o católito (MFH) también puede ser devuelto en su totalidad al depósito de cabecera correspondiente.

Por la posibilidad de acoplar opcionalmente la MFH a un determinado número de celdas o estructuras (por ejemplo, una MFH de ánolito para dos estructuras de 100 celdas respectivamente), se puede hablar de una estructura modular del dispositivo de electrólisis, por lo que la MFH puede garantizar la integración funcional entre módulos. La MFH se puede configurar, en particular, en función de las celdas que han de ser acopladas, por ejemplo, en función del volumen, por ejemplo también con respecto a un intervalo preferible para el nivel de llenado en la MFH.

Según la invención, se ha demostrado que mediante la integración de funciones en la MFH y la configuración adaptado de la MFH, pueden ser proporcionadas o garantizadas especialmente las siguientes funciones en conjunto integral por medio de una única componente de tecnología de procedimientos (etapa de procedimiento multifuncional), refiriéndose la respectiva función a una pluralidad de celdas, en particular a todas las celdas de al menos una estructura: la evacuación de electrolito de las celdas (primera función); la separación de fases (segunda función); la acumulación (tercera función); el almacenamiento intermedio del electrolito, especialmente también con vistas a las fluctuaciones de volumen a causa de cambios de fase o a la formación de espuma (cuarta función); el mantenimiento o la puesta de disposición del electrolito para un circuito de bomba o para el circuito interno de la instalación (quinta función); el vaciado (drenaje) de una multiplicidad de celdas, en particular con fines de mantenimiento o sustitución (sexta función). El orden de las funciones elegido aquí no tiene ningún significado; dado que todas las funciones pueden realizarse integralmente, este orden no se refiere ni a una jerarquía procesal ni a una secuencia de pasos de procedimiento.

Según el concepto de instalación, la MFH puede ser un contenedor que no esté sujeto a la Ordenanza de Contenedores a Presión. Dicho de otra manera: la instalación de electrólisis puede funcionar opcionalmente a presiones del orden de varios cientos de milibares [mbar] como máximo, de modo que la MFH no tiene que estar concebida como contenedor a presión.

- Según la invención, todas las funciones, en particular al menos las funciones de la desviación, la acumulación, el almacenamiento intermedio, la separación de fases, pueden estar integradas completamente en la MFH sin necesidad de proporcionar contenedores o componentes de la instalación adicionales para estas funciones.
- 5 Dependiendo del concepto de instalación, también las funciones del suministro de bomba y el drenaje pueden ser proporcionadas de forma completamente integral por la MFH. En esta última configuración, en particular, se puede prescindir de un depósito de acumulación / vaciado separado. Los depósitos de acumulación / vaciado separados, previstos habitualmente hasta ahora, se utilizan solo con poca frecuencia hasta ahora, como mucho unas pocas veces al año, y ocupan un espacio comparativamente grande, además de generar considerables costes adicionales.
- 10 Según la invención, el dispositivo de electrólisis está dispuesto además para proporcionar integralmente también la función de separación de fases (función adicional, en particular segunda) integrada en la MFH, por medio de la MFH, en particular en el respectivo lado. De esta manera, también se puede conseguir la flexibilidad del procedimiento.
- 15 Según la invención, la MFH está dispuesto además para proporcionar integralmente la función del almacenamiento intermedio del electrolito durante un tiempo de permanencia mínimo predefinible (en particular también con respecto a las fluctuaciones de volumen a causa de cambios de fase o a la formación de espuma) y la función del almacenamiento intermedio del electrolito con un volumen mínimo predefinible o un nivel de llenado mínimo para mantener un volumen mínimo disponible como suministro de bomba. Esto también permite una construcción delgada y una interconexión útil de procesos.
- 20 Según un ejemplo de realización, el dispositivo de electrólisis está concebido además para proporcionar integralmente también la función de evacuación de las celdas (drenaje) integrada en la MFH, por medio de la MFH, en particular para fines de mantenimiento. De esta manera, también se puede ahorrar espacio y equipamiento técnico.
- 25 Según la invención, la MFH está acoplada al sistema de bombeo. Esto también permite una interconexión útil de procesos.
- 30 Según un ejemplo de realización, la (respectiva) MFH está dispuesta por debajo del electrolizador, en particular en el respectivo lado. Además de las ventajas en materia de técnica de instalaciones, esto también proporciona una construcción compacta. De este modo, se puede facilitar una evacuación o transferencia del electrolito impulsada por la gravedad. La evacuación y transferencia del electrolito pueden realizarse a modo de "flujo por gravedad".
- 35 Según un ejemplo de realización, la (respectiva) MFH está dispuesta de forma al menos aproximadamente céntrica con respecto al electrolizador. Esto también permite una disposición compacta. Una disposición céntrica, en particular ligeramente desplazada, especialmente de dos MFH también ofrece ventajas en términos de ahorro de espacio de construcción y accesorios.
- 40 Según un ejemplo de realización, la (respectiva) MFH está dispuesta en una posición de altura independiente de la posición de altura habitual de un contenedor de ánodo o cátodo, en particular, respectivamente en el respectivo lado. La integración de funciones permite el desacoplamiento de otros componentes. Ya no es necesario un contenedor colector separado y, por lo tanto, la MFH no tiene que disponerse necesariamente a mayor altura que un contenedor de ánodo o cátodo o un depósito de drenaje. De esta manera, también resulta un mayor espacio libre de construcción. Según un ejemplo de realización, la (respectiva) MFH está dispuesta en una posición de altura inferior con respecto a las celdas, en particular en el respectivo lado. Esto también permite un flujo impulsado por gravedad, al menos en lo que respecta a funciones individuales.
- 45 Según un ejemplo de realización, la (respectiva) MFH está comunicada por tubos en su parte trasera con los demás componentes de instalación del sistema. Esto también proporciona una integración técnicamente ventajosa de dispositivos, especialmente en lo que respecta a la orientación o el posicionamiento relativo de la MFH.
- 50 Según un ejemplo de realización, la (respectiva) MFH tiene un volumen de al menos 15% del volumen total de las semiceldas de electrólisis, en particular con respecto a un volumen de celda o de estructura de todas las (semi)celdas acopladas a la MFH en el intervalo de 10 a 60 metros cúbicos [m³] de volumen total. Según un ejemplo de realización, la MFH tiene un volumen porcentual con respecto al volumen de las (semi)celdas acopladas a la MFH en el intervalo de 30 a 150 por ciento. Esto proporciona flexibilidad al proceso y puede ampliar la funcionalidad. Esto también proporciona respectivamente una buena capacidad de almacenamiento intermedio.
- 55 Según un ejemplo de realización, la (respectiva) MFH tiene una relación longitud-anchura en el intervalo de 10 a 75. No en último lugar, esto también ofrece ventajas constructivas y también favorece la integración de funciones.
- 60 Según un ejemplo de realización, la (respectiva) MFH tiene una geometría cilíndrica o una geometría para proporcionar un volumen de almacén intermedio al menos parcialmente cilíndrico para el electrolito. Además de las ventajas en materia de técnica de instalaciones (en particular el espacio de construcción), esto también permite optimizar el transporte de sustancia y optimizar la disposición relativa de los componentes entre sí.
- 65

Según un ejemplo de realización, la (respectiva) MFH tiene un diámetro comprendido en el intervalo de 450 a 1.000 mm, en particular en el intervalo de 500 a 800 mm.

5 Según un ejemplo de realización, la (respectiva) MFH tiene un diámetro máximo en el rango de 800 a 1.000 mm, en particular con una geometría de sección transversal cilíndrica. Esto también permite respectivamente una integración técnicamente ventajosa en la instalación. Un diámetro comparativamente grande de la MFH según la invención también permite un largo tiempo de permanencia, lo que puede favorecer la separación de fases (amplia integración funcional de la separación de fases).

10 Según un ejemplo de realización, la (respectiva) MFH tiene una longitud definida en función del número de celdas, en particular comprendida en el intervalo de 10 a 15 m (metros) en el caso de 150 celdas, o en el intervalo de 20 a 30 m (metros) en el caso de hasta 300 celdas. La definición de la longitud como función del número de celdas permite una configuración útil y una integración de funciones útil y, no en último lugar, también puede proporcionar una longitud de recorrido libre considerable para el electrolito, lo que ofrece ventajas técnicas en los procesos.

15 Según un ejemplo de realización, la (respectiva) MFH tiene un nivel de llenado electrolito de al menos 100 mm, en particular con respecto a un volumen de celda o de estructura comprendido en el intervalo de 10 a 60 m³ (metros cúbicos). Esto también puede garantizar un alto grado de flexibilidad del procedimiento, especialmente en lo que respecta al solape temporal de varias funciones o a las fluctuaciones del nivel de llenado.

20 Según un ejemplo de realización, la (respectiva) MFH está configurada o concebida para velocidades de flujo del electrolito de hasta un máximo de 0,2 m/s. Esto también permite una integración de funciones especialmente amplia.

25 La longitud de la MFH también se puede ajustar o seleccionar en función del número de elementos individuales. Se ha demostrado que una longitud adicional de aproximadamente 2 m puede resultar ventajosa con respecto a la instrumentación y los accesorios. La longitud adecuada para cada aplicación puede seleccionarse entre un amplio intervalo, por ejemplo entre 5 y 30 m.

30 Según un ejemplo de realización, la MFH tiene al menos un sistema de sensores de medición integrado, en particular al menos un sensor de nivel de llenado para el electrolito y/o al menos un sensor de temperatura. Esto permite regular más fácilmente el respectivo proceso. Dependiendo de la fase del proceso, la supervisión de la MFH puede proporcionar fácilmente información importante.

35 Un sistema de supervisión y regulación del nivel de llenado, en combinación con el mayor volumen posible, permite utilizar la MFH de manera sencilla y funcionalmente segura también como suministro de bomba. Además, pueden estar previstos una introducción de nitrógeno y dispositivos de seguridad (los llamados interruptores XV y de nivel). Se ha demostrado que, gracias a la regulación de nivel, es posible de manera sencilla una amplia integración de funciones. Por el contrario, hasta ahora, habitualmente no ha habido ninguna regulación de nivel de llenado en los conductos de evacuación usados habitualmente (solo una evacuación libre no regulada).

40 Según un ejemplo de realización, la MFH comprende al menos un obstáculo estacionario en la trayectoria del flujo, en particular una barrera, en la zona del electrolito que ha de ser recibido o del volumen de almacenamiento intermedio previsto para el electrolito. De esta manera, se puede influir en la trayectoria del flujo o en la velocidad de flujo. Por ejemplo, en una mitad inferior de la MFH están dispuestas placas o deflectores. El obstáculo de trayectoria del flujo también puede describirse como un componente incorporado para optimizar los procesos de separación de fases.

45 Según un ejemplo de realización, la (respectiva) MFH está configurada para un tiempo de permanencia del electrolito (o de la mezcla bifásica o de las dos fases) en el intervalo de 2 a 5 minutos. De este modo, especialmente también la función de separación de fases puede integrarse de manera eficaz.

50 Según un ejemplo de realización, la (respectiva) MFH está configurada para una velocidad de flujo del electrolito (o de la mezcla bifásica o de las dos fases) en el intervalo de 0,01 a 0,2 m/s (metros por segundo). Esto también permite una separación de fases eficaz integrada en la MFH.

55 Según un ejemplo de realización, la MFH está configurada para una duración de permanencia mínima del electrolito (o de la mezcla bifásica) que ha de ser acumulada, en particular, configurado para acumular el electrolito (o la mezcla bifásica) mediante la reducción de su velocidad de flujo, en particular, la velocidad de flujo cero durante la duración de permanencia mínima. Esto también garantiza una amplia integración de funciones.

60 Según un ejemplo de realización, el dispositivo de electrólisis tiene dos MFH que pueden acoplarse / que están acopladas a las celdas, concretamente en el respectivo lado del electrolizador para ánodo y el cátodo, estando las MFH dispuestas en particular de forma desplazada lateralmente una respecto a otra, en particular al menos de forma aproximadamente céntrica con respecto al electrolizador. Esta disposición ofrece ventajas técnicas para dispositivos y procesos, con la mayor integración de funciones posible.

65 Según un ejemplo de realización, el dispositivo de electrólisis comprende dos MFH que pueden acoplarse / que

están acopladas a las celdas y que están conectadas entre sí a través de un conducto pendular y/o que están acopladas entre sí por medio de una regulación de flujo dependiente del nivel de llenado y/o una regulación de flujo secundario (flujo secundario regulado). Esto también proporciona flexibilidad con respecto a los diferentes modos de funcionamiento del dispositivo de electrólisis (en particular el "funcionamiento cruzado" o el "funcionamiento en paralelo").

Según la invención, el objetivo antes mencionado también se consigue mediante un procedimiento según la reivindicación 1. De esta manera, resultan las ventajas mencionadas anteriormente.

Según la invención, también la función de separación de fases se ejecuta de forma integral junto con las funciones de la evacuación y la acumulación en la MFH integral, por medio de una MFH con un nivel de llenado regulado que también se utiliza como suministro de bomba. Esto permite utilizar un gran volumen de las integraciones de funciones posibles.

Según una forma de realización, corriente abajo de la acumulación o el almacenamiento intermedio, se realiza un bombeo del electrolito por medio del sistema de bombeo (en particular en un circuito), en particular, una conducción de vuelta a las celdas.

Esto proporciona una amplia integración o fusión funcional.

Según la invención, la acumulación también comprende las dos subfunciones siguientes: el almacenamiento intermedio del electrolito durante un tiempo de permanencia mínimo predefinible, en particular, para la separación de fases, y el almacenamiento intermedio del electrolito con un volumen mínimo predefinible o un nivel de llenado mínimo para mantener un volumen mínimo como suministro de bomba. Esto proporciona una amplia funcionalidad en un paso de procedimiento integral o mediante un contenedor colector multifuncional. Esta amplia funcionalidad también tiene ventajas en particular en lo que respecta a los cambios de volumen causados por la formación de espuma. Según una forma de realización, se observa una duración de permanencia para la separación de fases del electrolito (o de la mezcla bifásica o de las dos fases) en el intervalo de 2 a 50 minutos, en particular en la MFH.

Según una forma de realización, para la separación de fases se respeta una velocidad de flujo del electrolito (o de la mezcla bifásica o de las dos fases) en el intervalo de 0,01 a 0,2 metros por segundo [m/s], en particular en la MFH. De esta manera, se puede ampliar respetivamente también la integración de funciones.

Según una forma de realización, la acumulación comprende un almacenamiento intermedio del electrolito con respecto a las fluctuaciones de volumen en el intervalo de 5 a 30 por ciento del volumen total del electrolito. Según una forma de realización, la acumulación comprende el mantenimiento de un volumen mínimo de electrolito como suministro de bomba para un circuito de bombeo interno. Esto puede ampliar respectivamente la integración de funciones.

Según una forma de realización, se proporciona hidrógeno mediante electrólisis de agua, en particular por medio de un dispositivo de electrólisis en el intervalo de potencia de 5 a 20 MW. Se ha demostrado que el procedimiento según la invención o el dispositivo según la invención pueden proporcionar ventajas significativas en la electrólisis de agua, especialmente en el intervalo de potencia mencionado. El rendimiento (o la capacidad de producción) del dispositivo de electrólisis también puede hacer referencia a un flujo volumétrico [metros cúbicos estándar por hora]. El dispositivo de electrólisis tiene preferiblemente un rendimiento comprendido en el intervalo de 1.000 a 4.500 Nm³/h [Nm³/h] (tasa de producción de hidrógeno).

Según una forma de realización, la totalidad del electrolito transportado saliendo de la (respectiva) MFH vuelve a ser conducido en su totalidad de retorno a la MFH correspondiente (retorno completo). En este modo de funcionamiento, la MFH puede utilizarse como componente del circuito.

Según una forma de realización, el procedimiento funcionalmente integral se opera en modo de funcionamiento separado o combinado, en particular en modo de funcionamiento combinado con un conducto pendular (y/o un conducto con una función comparable para la compensación de volumen regulada) entre una MFH del lado del ánodo y una MFH del lado del cátodo. Esto puede aumentar aún más la flexibilidad.

Como se ha mencionado, varias MFH pueden estar unidas entre sí, en particular una MFH para ánodo conectada a una MFH para cátodo. Las fluctuaciones de volumen, que pueden producirse, por ejemplo, si los flujos volumétricos no son exactamente iguales, pueden ser compensadas por el conducto pendular mencionado ya (tubos comunicados) y/o mediante respectivamente una derivación de bomba de las dos bombas de electrolito, de modo que un flujo parcial de una primera MFH pueda ser transportado desde el lado de presión de la bomba de vuelta al lado de aspiración de la bomba. De esta manera, puede reducirse el flujo volumétrico efectivo. Cuando sube el nivel de llenado en la primera MFH sube, se puede abrir la derivación de bomba correspondiente. En cambio, cuando sube el nivel en la segunda MFH, se puede abrir la otra (segunda) derivación. En este modo de funcionamiento, los datos de medición de nivel de llenado de al menos dos sensores de nivel de llenado en al menos dos MFH pueden ser analizados y utilizados como base para el control / de regulación.

Para una explicación más amplia de la presente invención, a continuación se describe específicamente un módulo de electrólisis de agua, en particular de la clase de 5 MW. En este contexto, el término "cabecera" se utiliza como sinónimo del término "MFH" y se abrevia por "MFH", a menos que se indique lo contrario.

Según la invención, el objetivo mencionado anteriormente se consigue también mediante un procedimiento descrito anteriormente, en el que se lleva a cabo una regulación de nivel de llenado, de tal forma que se realiza una medición de nivel de llenado en la respectiva MFH y se compara el nivel de llenado REAL actual con un nivel de llenado TEÓRICO o con un valor umbral inferior y/o superior para el nivel de llenado, en particular con el fin de suministrar o desviar medio para ajustar un nivel de llenado dentro de un intervalo de nivel de llenado deseado / predefinido. La regulación de nivel comprende preferiblemente una medición de nivel de la MFH de ánolito o de católito. A través del nivel de llenado se determina el volumen (cantidad de electrolito) dentro de la respectiva MFH, así como el volumen total (cantidad de electrolito) en el dispositivo de electrólisis. Por ejemplo, en función del volumen total también puede regularse el suministro de agua (especialmente agua desmineralizada). A través de los respectivos niveles de llenado (REALES) medidos también pueden regularse o evitarse a través de un conducto de compensación (conducto pendular) las fluctuaciones de volumen entre las dos MFH, en particular sin necesidad de conmutaciones o accionamientos de válvulas.

A continuación se describe una configuración ejemplar de la instalación.

Un módulo de electrólisis de agua (dispositivo de electrólisis), en particular de la clase de 5 MW, sirve para la obtención de hidrógeno y oxígeno por electrólisis de agua en potasa cáustica. El módulo está constituido por una sala de celdas con electrolizador y sistema de electrolito, transformador / rectificador, así como un tratamiento de hidrógeno y un tratamiento de oxígeno, complementados por un sistema de agua refrigerante.

Agua desmineralizada se alimenta al proceso en el sistema de electrolito y se divide electroquímicamente en hidrógeno y oxígeno en las celdas del electrolizador. A continuación, el hidrógeno originado se enfría en el tratamiento de hidrógeno, se filtra y se descarga a un límite interno de la instalación. El oxígeno producido asimismo se enfría y se filtra en el tratamiento de oxígeno.

De magnitud de referencia de la electrólisis de agua pueden servir la carga de flujo del electrolizador o la tasa de producción de hidrógeno. El flujo volumétrico de agua desmineralizada depende de la tasa de producción de la electrólisis de agua y puede regularse mediante la carga de flujo. El volumen total del sistema de electrolito puede medirse a través de dos mediciones de nivel de llenado y utilizarse como magnitud de regulación para la regulación fina. El hidrógeno, como componente principal del producto, puede regularse a una sobrepresión de varios cientos de milibares [mbar g]. La presión de oxígeno sigue esta regulación con una presión diferencial de unos pocos milibares. El hidrógeno sale del límite interno de la instalación para la compresión del hidrógeno con una sobrepresión. El electrolito se lleva en circuito con un flujo volumétrico constante a través de varias bombas. Dado que en las celdas se produce un cambio en la concentración del electrolito debido a la reacción electroquímica, los flujos volumétricos de ánolito y católito son diferentes. Esta diferencia puede ser compensada opcionalmente por un conducto pendular que acopla dos MFH entre sí.

Las celdas individuales del electrolizador pueden, por ejemplo, estar dispuestas de forma bipolar, es decir, en serie, y, para ello, suspenderse en un cuadro de acero y comprimirse entre sí para asegurar el contacto eléctrico. En particular, cada celda está constituida por un semicasquillo de ánodo y de cátodo, compuesto de níquel, por un separador así como por un sistema de estanqueización que estanqueiza los semicasquillos de ánodo y cátodo entre sí así como la celda hacia fuera. Los semicasquillos de ánodo y de cátodo de la celda están separados entre sí por el separador de forma eléctricamente aislante e iónicamente conductora. Las cabeceras de entrada y salida de los semicasquillos de ánodo y de cátodo se encuentran, en particular, respectivamente lateralmente y por debajo de las celdas.

Para la compensación de carga, iones de potasio cargados positivamente migran desde el lado del ánodo de la celda a través del separador hacia el lado del cátodo. Durante ello también son transportadas moléculas de agua hacia el lado del cátodo. La mezcla bifásica de oxígeno y ánolito originada en el lado del ánodo de las celdas se descarga hacia abajo, en particular a través de un tubo flexible corrugado conectada, y se acumula en un depósito de cabecera de ánolito multifuncional (MFH) del electrolizador desde las o todas las celdas. En el volumen de flujo por gravedad de la MFH con función de suministro integrada, puede tener lugar la separación del oxígeno formado procedente del ánolito. El oxígeno puede ser conducido hacia arriba a un refrigerador de oxígeno, mientras que el ánolito saturado de oxígeno puede ser devuelto al circuito de electrolito a través de la bomba de ánolito. La MFH puede garantizar el funcionamiento de un suministro de bomba.

En el lado del cátodo de las celdas, se origina a su vez una mezcla bifásica de católito e hidrógeno, que puede descargarse a un depósito de cabecera de católito multifuncional (MFH) de forma análogo al ánolito, en particular a través de un tubo flexible corrugado. Allí, el hidrógeno puede separarse del católito. El hidrógeno puede conducirse hacia arriba, hacia el refrigerador de hidrógeno. El católito saturado de hidrógeno puede alimentarse al circuito de electrolito a través de la bomba de católito. La MFH correspondiente puede garantizar el funcionamiento de un suministro de bomba.

Una presión diferencial constante entre los espacios del cátodo y del ánodo es ventajosa para un funcionamiento seguro de las celdas. En particular, la presión de hidrógeno puede fijarse unos milibares por encima de la presión del oxígeno.

5 Con respecto al modo de funcionamiento: el ánolito y el católito procedentes de las celdas pueden llevarse de forma cruzada, especialmente en un sistema de electrólito común. El ánolito procedente de los semicasquillos de ánodo del electrolizador puede acumularse en la MFH de ánolito. Desde allí, el ánolito puede bombearse a través de una bomba de ánolito hacia la cabecera de entrada de católito del electrolizador. Dado que durante la electrólisis de agua se consume continuamente agua, se puede introducir agua desmineralizada en el lado de aspiración de la bomba de ánolito. La cantidad de alimentación puede regularse a través de la carga de flujo del electrolizador y el nivel de llenado del electrólito. De manera análoga puede acumularse el católito procedente de los semicasquillos de cátodo en la MFH de católito. Desde allí, el católito puede conducirse a través de la bomba de católito para la termorregulación a través del refrigerador de católito hacia la cabecera de entrada de ánolito del electrolizador.

15 Para un funcionamiento optimizado, las celdas del electrolizador pueden hacerse funcionar a una temperatura específica que puede ajustarse en función de la carga de flujo del electrolizador. En el modo de funcionamiento normal, el sistema de electrólito puede refrigerarse de forma termorregulada mediante un refrigerador de católito. Para el vaciado el sistema de electrólito (por ejemplo, para fines de mantenimiento), el electrólito puede ser recibido en las MFH de ánolito y de católito (función de drenaje opcional).

20 El oxígeno de la MFH de ánolito puede refrigerarse con agua refrigerante en el refrigerador de oxígeno. El condensado alcalino originado durante ello puede suministrarse al sistema de electrólito. El oxígeno puede filtrarse en un filtro de oxígeno después de la refrigeración, especialmente para eliminar posibles aerosoles alcalinos, y puede descargarse a través del techo (hacia arriba). Para evitar el bloqueo del filtro de oxígeno por hidróxidos, el filtro puede lavarse con agua desmineralizada. El condensado procedente del filtro de oxígeno asimismo puede conducirse de retorno.

El hidrógeno procedente de la MFH de católito puede refrigerarse con agua refrigerante en el refrigerador de hidrógeno y, a continuación, refrigerarse posteriormente en el posrefrigerador de hidrógeno con una mezcla de agua / glicol procedente de la evaporación de CO₂ de la síntesis de metanol. El condensado alcalino originado durante la refrigeración puede suministrarse al sistema de electrólito. A continuación, el hidrógeno puede filtrarse en un filtro de hidrógeno, en particular para eliminar los aerosoles alcalinos arrastrados, y puede conducirse a continuación a la síntesis de metanol. Para evitar el bloqueo del filtro de hidrógeno por hidróxidos, el filtro puede lavarse con agua desmineralizada. En caso de necesidad, el hidrógeno puede descargarse a través de una chimenea de hidrógeno.

35 La chimenea está equipada preferiblemente con un supresor de llama, que puede evitar que la llama vuelva a entrar en el sistema de gas en caso de que se produzca una ignición de hidrógeno en la chimenea.

Para la alimentación conjunta del refrigerador de católito, del refrigerador de oxígeno y del refrigerador de hidrógeno, el agua refrigerante puede circular a través de un refrigerador de agua refrigerante y enfriarse contra el aire. Los refrigeradores pueden ser regulados a través de la respectiva temperatura de proceso. El posrefrigerador de hidrógeno puede ser enfriado a través de un circuito de agua / de glicol separado, procedente de la síntesis de metanol.

45 Para una explicación más amplia de la presente invención, a continuación se describe específicamente otro módulo de electrólisis de agua.

A continuación, se describe otra configuración ejemplar de la instalación.

La instalación (dispositivo de electrólisis) descrita a continuación, destinada a la obtención de hidrógeno por electrólisis de agua, está constituida por una sala de celdas con un electrolizador, un transformador / rectificador perteneciente, un sistema de electrólito compuesto por un sistema de ánolito y un sistema de católito, así como una unidad de tratamiento de hidrógeno y una unidad de tratamiento de oxígeno. Agua desmineralizada se introduce en el proceso en los dos sistemas electrolíticos y se divide electroquímicamente en hidrógeno y oxígeno en las celdas del electrolizador. A continuación, el hidrógeno originado se refrigera a través de la unidad de tratamiento de hidrógeno, se filtra y se descarga a la atmósfera a través de una chimenea. Asimismo, pueden estar previstos bridas y cierres para el análisis y, opcionalmente, para el procesamiento posterior del hidrógeno. El oxígeno producido se refrigera en la unidad de tratamiento de oxígeno, se filtra y asimismo se descarga a la atmósfera a través de una chimenea.

60 Como magnitud de referencia de la electrólisis de agua pueden servir la carga de flujo del electrolizador o la tasa de producción de hidrógeno. A través de la carga de flujo se regula el flujo volumétrico necesario del agua desmineralizada introducida. Los flujos volumétricos hacia el electrolizador se regulan en cuanto al caudal según el modo de funcionamiento, en función de la carga de flujo o del nivel de líquido de los contenedores de electrólito. Las bombas de ánolito / de católito se regulan en función de la presión antes de las cabeceras de entrada de electrólito.

65 Como componente principal del producto, el oxígeno puede regularse a una sobrepresión de varios cientos de milibares. La presión del hidrógeno le sigue con una presión diferencial de unos pocos milibares.

El electrolizador sirve para la producción de hidrógeno y oxígeno gaseosos por electrólisis de agua en sosa cáustica (opcionalmente: potasa cáustica). El electrolizador se compone de varias celdas que están dispuestas de forma bipolar, es decir, en serie, y para ello se suspenden / están suspendidas, por ejemplo, en un cuadro de acero y se comprimen / están comprimidas entre sí. Cada celda se compone de un semicasquillo de ánodo y un semicasquillo de cátodo, compuestos de níquel, una membrana selectiva de cationes y un sistema de estanqueización que estanqueiza los lados del ánodo y del cátodo entre sí así como la celda hacia fuera. Los lados del ánodo y del cátodo de la celda están separados entre sí por la membrana de forma eléctricamente aislante e iónicamente conductora. Los conductos de entrada y salida de los lados del ánodo y del cátodo están situados lateralmente o por debajo de las celdas, respectivamente. Las entradas del ánodo y del cátodo, por ejemplo, contienen entre 10 y 20 por ciento en peso de sosa o potasa, dependiendo del modo de funcionamiento. Las mezclas de fases salientes de ánólito y oxígeno o de católito e hidrógeno también se evacúan hacia abajo a una cabecera MFH de celdas de ánólito o de católito.

En los elementos individuales o las celdas, en el lado del ánodo, se originan oxígeno y agua por la oxidación electroquímica de los iones de hidróxido de la sosa o potasa. En el lado del cátodo, se originan hidrógeno e iones hidróxido por la reducción electroquímica del agua. En la reacción neta total se consume por tanto una molécula de agua por cada molécula de hidrógeno producida. Para la compensación de carga, iones de sodio (o de potasio) cargados positivamente migran desde el lado del ánodo de la celda a través de la membrana hacia el lado del cátodo. Durante ello, también son transportadas moléculas de agua a través de la membrana hacia el lado del cátodo. Durante ello, el valor pH disminuye en el ánólito y en el católito aumenta el valor pH. Al mismo tiempo, los flujos volumétricos de ambos electrolitos cambian en función del consumo de agua y de los procesos de transporte implicados.

Las celdas del electrolizador se alimentan con sosa o potasa termorregulada, procedente de los sistemas de ánólito y de católito a través de las cabeceras de entrada de ánodo y de cátodo, según el modo de funcionamiento. El flujo volumétrico puede regularse a través de medidores de caudal y válvulas de regulación de caudal que desconectan el electrolizador en caso de suministro insuficiente. Una caída de presión, que puede ajustarse en particular a través de tubos flexibles comparativamente largos y delgados, garantiza una distribución uniforme del flujo volumétrico de las entradas de ánodo y de cátodo a las celdas individuales.

La mezcla bifásica de oxígeno y ánólito alcalino, originada en el lado del ánodo de las celdas se evacúa hacia abajo a través de un tubo flexible corrugado conectado y se acumula, desde todas las celdas, en la cabecera de celdas de ánólito MFH del electrolizador. En este contenedor colector de flujo por gravedad puede realizarse la separación entre el oxígeno formado y el ánólito. El oxígeno es conducido hacia arriba a la refrigeración de oxígeno (salida de gas), mientras que el ánólito saturado de oxígeno sale hacia abajo al depósito de ánólito (salida de líquido).

En el lado del cátodo de las celdas se origina a su vez una mezcla bifásica de católito e hidrógeno, que se evacúa de forma análoga al ánólito a través de un tubo flexible corrugado hacia una cabecera de la celda de católito. Allí, el hidrógeno también se separa del católito y es conducido hacia arriba hasta el refrigerador de hidrógeno, mientras que el católito saturado de hidrógeno sale hacia el depósito de católito MFH y se acumula allí.

Una presión diferencial positiva constante entre los espacios del cátodo y del ánodo es ventajosa para un funcionamiento seguro de las celdas. La presión del hidrógeno se ajusta preferiblemente unos milibares más alta que la del oxígeno. Si la presión de oxígeno, la presión de hidrógeno o la presión diferencial superan o quedan por debajo de los límites correspondientes, se pueden activar mecanismos de seguridad (en particular, enclavamientos, regulaciones de sobrepresión en el electrolizador) que pueden garantizar el cumplimiento de las presiones de funcionamiento máximas permitidas. Ejemplos de ello son: la desconexión del electrolizador, la reducción de la carga del electrolizador, la protección del electrolizador contra una presión diferencial demasiado alta / baja, la protección de la presión de las cabeceras de las celdas de ánólito y católito del electrolizador, la protección contra el reflujo de hidrógeno y oxígeno al sistema de nitrógeno, la protección contra la sobrepresión del sistema de hidrógeno, la protección contra la subpresión del sistema de hidrógeno, y/o la protección de la presión del nitrógeno a la sala de celdas.

El católito procedente de la cabecera de celdas de católito de las celdas fluye hacia el contenedor de católito. El ánólito procedente de la cabecera de celdas de ánólito de las celdas fluye hacia el contenedor de ánólito. Para poder vaciar el electrolizador después de la desconexión, las MFH pueden dimensionarse opcionalmente para poder alojar en caso de necesidad la totalidad del líquido del sistema. Según la invención, se ha demostrado que las MFH ya tienen un volumen considerable debido a la integración de funciones y que una integración adicional de la función de drenaje no causa un gasto adicional especialmente elevado. Desde la o las MFH, el ánólito y el católito se bombean al electrolizador a través de las bombas de ánólito / de católito con presión regulada para la termorregulación a través del intercambiador de calor de ánólito y del intercambiador de calor de católito, respectivamente. Las bombas de ánólito / de católito tienen preferiblemente una bomba de reserva común. Desde los intercambiadores de calor, los electrolitos pueden alimentarse a las cabeceras de entrada del electrolizador en un circuito entrelazado ("modo de funcionamiento cruzado") o, alternativamente, en dos circuitos de ánólito y católito separados ("modo de funcionamiento en paralelo"). En el modo de funcionamiento cruzado, el ánólito procedente del depósito de ánólito es conducido por la bomba de ánólito a través del intercambiador de calor de ánólito como entrada de cátodo hacia

la cabecera de entrada de cátodo del electrolizador. De manera correspondiente, el católito procedente del contenedor de católito es conducido por la bomba de católito a través del intercambiador de calor de católito como entrada de ánodo a la cabecera de entrada de ánodo del electrolizador. En el modo de funcionamiento en paralelo, el ánolito procedente del depósito de ánolito es bombeado por la bomba de ánolito a través del intercambiador de calor de ánolito como entrada de ánodo a la cabecera de entrada de ánodo del electrolizador. De manera análoga, el católito procedente del depósito de católito es conducido por la bomba de católito a través del intercambiador de calor de católito como entrada de cátodo a la cabecera de entrada de cátodo del electrolizador. Dado que en el modo de funcionamiento en paralelo puede producirse una acumulación de sosa o potasa en el sistema de católito y un agotamiento de la sosa o potasa en el sistema de ánolito, el depósito de ánolito y el depósito de católito están conectados entre sí para permitir una compensación de líquidos. Se puede garantizar la separación de hidrógeno y oxígeno en el lado del gas. Dado que durante la electrólisis de agua se gasta continuamente agua, en ambos modos de funcionamiento se puede realimentar agua desmineralizada en el lado de aspiración de las bombas de ánolito / de católito.

Por medio de un regulador de caudal, por un lado se pueden mantener lo más constantes posible la alimentación de agua desmineralizada en función de la carga de flujo, y por otro lado el flujo volumétrico de las entradas de ánodo y de cátodo del electrolizador. En este contexto, los contenedores MFH de ánolito y de católito sirven para compensar las fluctuaciones en el volumen de los respectivos electrolitos debido, por ejemplo, a la alimentación de agua o a la recirculación de electrolitos y condensados (función de almacenamiento intermedio integrada). El flujo volumétrico de ánolito y de católito al electrolizador depende principalmente de la carga de flujo del electrolizador o de los flujos volumétricos necesarios para llenar o hacer circular el electrolizador. La presión en las cabeceras de entrada de ánodo y de cátodo puede regularse en particular a través de la frecuencia de las bombas de ánolito / de católito, para garantizar unas condiciones de presión constantes en las entradas. Los transmisores de presión previstos para ello pueden estar dispuestos detrás de los intercambiadores de calor de ánolito / de católito. En caso de una caída de presión espontánea, se puede activar un enclavamiento que pone en marcha una bomba de reserva.

En el funcionamiento cruzado, la entrada de cátodo desde el sistema de ánolito a la cabecera de entrada de cátodo del electrolizador es preferiblemente de flujo regulado en función de la carga de flujo del electrolizador. La regulación de flujo prevista para ello se encuentra delante de la cabecera de entrada de cátodo. Una regulación de nivel de llenado del contenedor colector de católito MFH puede definir el flujo volumétrico de la entrada de ánodo. La regulación de flujo se encuentra antes de la cabecera de entrada de ánodo. En el funcionamiento en paralelo, tanto la entrada de ánodo a la cabecera de entrada de ánodo como la entrada de cátodo pueden ser de flujo regulado en función de la carga de flujo. Una protección contra el llenado excesivo o una protección de bomba es realizada por medidores de nivel de llenado que actúan sobre las bombas de ánolito / de católito.

La alimentación de agua desmineralizada depende del consumo en la electrólisis de agua y, por tanto, se regula a través de la carga de flujo del electrolizador. La alimentación tiene lugar principalmente en la entrada de cátodo. En el modo de funcionamiento cruzado, es realimentada agua desmineralizada en flujo regulado a través del lado de aspiración de la bomba de ánolito, y en el modo de funcionamiento en paralelo, a través del lado de aspiración de la bomba de católito.

Para un funcionamiento optimizado, las celdas del electrolizador pueden hacerse funcionar a una temperatura especificada, que puede ajustarse en función del modo de funcionamiento y de la carga de flujo del electrolizador. Para el arranque de la instalación y a baja carga, se realiza un calentamiento del sistema de electrolito a través de intercambiadores de calor. En el modo de funcionamiento normal, el sistema de electrolito es refrigerado a través de estos intercambiadores de calor. Los intercambiadores de calor tienen respectivamente una regulación de temperatura, cuyos sensores de temperatura están situados respectivamente corriente abajo del intercambiador de calor. Los valores teóricos de temperatura dependen de la ventana de funcionamiento del electrolizador. Los intercambiadores de calor están protegidos contra daños por expansión térmica mediante válvulas de alivio de presión. Como mecanismos de seguridad cabe mencionar a modo de ejemplo: la protección contra el llenado excesivo de los contenedores, la protección contra el funcionamiento en seco de las bombas, el funcionamiento y el autoarranque de las bombas, el re arranque de las bombas después de un corte de energía, y/o la protección contra el sobrecalentamiento de los circuitos de ánolito y de católito.

El oxígeno procedente de la cabecera de celdas de ánolito MFH se reúne en la unidad de tratamiento de oxígeno y se refrigera con agua refrigerante en el refrigerador de oxígeno. El condensado ligeramente alcalino originado durante ello sale hacia la MFH. Tras la refrigeración, el oxígeno se filtra en el filtro de oxígeno, en particular para eliminar aerosoles alcalinos arrastrados, y se descarga a través de la chimenea de oxígeno. Para evitar el bloqueo del filtro de oxígeno por hidróxidos, el filtro es lavado regularmente con agua desmineralizada. Como mecanismos de seguridad cabe mencionar a modo de ejemplo: la protección contra el reflujo de oxígeno, la inertización de la chimenea de oxígeno y/o la protección contra la sobrepresión de oxígeno.

El hidrógeno procedente de la cabecera de celdas de católito MFH se reúne en la unidad de tratamiento de hidrógeno y se refrigera con agua refrigerante en el refrigerador de hidrógeno. El condensado ligeramente alcalino originado durante ello se conduce de vuelta a la MFH. Tras la refrigeración, el hidrógeno se filtra en el filtro de hidrógeno, en particular para eliminar aerosoles alcalinos arrastrados, y se descarga a través de la chimenea de

hidrógeno. Para evitar el bloqueo del filtro de hidrógeno por hidróxidos, el filtro es lavado regularmente con agua desmineralizada. Como mecanismos de seguridad cabe mencionar a modo de ejemplo: la protección contra el reflujo de hidrógeno, la inertización de la chimenea de hidrógeno, la extinción de llamas mediante vapor y/o la protección contra la sobrepresión.

- 5 A continuación, las configuraciones descritas anteriormente se vuelven a explicar al ejemplo de una realización concreta.

DESCRIPCIÓN DE FIGURAS

- 10 Más características y ventajas de la invención resultan de la descripción de al menos un ejemplo de realización con la ayuda de dibujos, así como de los propios dibujos. Muestran

- la figura 1 en alzado lateral en representación esquemática, un dispositivo de electrólisis según un ejemplo de realización,
 15 la figura 2 en una vista en perspectiva en representación esquemática, un dispositivo de electrólisis según un ejemplo de realización, y
 la figura 3 en alzado lateral en representación esquemática, una instalación de electrólisis según el estado de la técnica.

- 20 En el caso de signos de referencia que no se describan explícitamente en relación con una figura individual, se remite a las otras figuras.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS FIGURAS

- 25 Las figuras 1 y 2 muestran un dispositivo de electrólisis 10 con un electrolizador 13 y un contenedor colector multifuncional MFH 15 (respectivamente para anólito, católito). La construcción del dispositivo de electrólisis 10 puede ser comparable para el lado del anólito 13a y el lado del católito 13b, en particular en una disposición simétrica. Para ello, puede estar prevista una MFH 15a para el lado del anólito y una MFH 15b para el lado del católito. Estas MFH bilaterales pueden opcionalmente también estar comunicadas entre sí a través de un conducto pendular (no representado), especialmente para el llamado modo de funcionamiento cruzado. El dispositivo de electrólisis 10 comprende además al menos una estructura 16 con una multiplicidad de celdas 16.1.

- 30 Por medio de un sistema de bombeo 17 y un circuito interno de electrólito, el electrólito E puede ser alimentado a través del dispositivo de electrólisis 10. El sistema de sensores de medición o de análisis de electrolitos 18 comprende, en particular, al menos un sensor de nivel de llenado 18.1 y al menos un sensor de temperatura 18.2, pudiendo estar dispuesto el sistema de sensores de medición al menos parcialmente en la respectiva MFH.

- 35 Gracias a la respectiva MFH, se puede incorporar una multiplicidad de funciones por medio de una tecnología de instalaciones sencilla o por medio de un solo componente de tecnología de instalaciones, en particular de forma acumulativa, con una estructura constructiva ventajosa. Se ha demostrado que la MFH según la invención puede hacer posible una integración funcional de al menos seis funciones:

- | | |
|---------------------|--|
| primera función F1: | la evacuación de electrólito de las celdas; |
| segunda función F2: | la separación de fases; |
| tercera función F3: | la acumulación; |
| cuarta función F4: | el almacenamiento intermedio del electrólito; |
| quinta función F5: | el mantenimiento del electrólito para un circuito de bombeo (suministro de bombeo); |
| sexta función F6: | el vaciado (drenaje) al menos de las celdas, en particular, para fines de mantenimiento. |

- 40 Por medio de la respectiva MFH 15 se puede proporcionar además un volumen de acumulación o de almacenamiento intermedio V_i considerable, en particular de tal manera que el espacio total necesario de la instalación sigue siendo comparativamente moderado. Según la figura 1, la MFH 15 se extiende en la dirección longitudinal x, proporcionando una considerable longitud de recorrido libre x_{15} en el volumen interior V_i de la MFH, en particular una longitud de recorrido libre x_{15} mayor que la extensión longitudinal de las celdas o de la estructura 16. En otras palabras: Una respectiva MFH puede atender a varias estructuras simultáneamente o acoplarse a varias estructuras, lo que asimismo puede reducir el equipo necesario. Además, la MFH ofrece un gran volumen de almacenamiento intermedio para lograr la mayor flexibilidad posible en los procesos. El nivel de llenado de electrólito en el volumen interior V_i está marcado aquí con E15 para describir la sexta función F6 opcional

(drenaje).

En la dirección vertical z, se puede garantizar una altura de construcción z1 comparativamente baja del conjunto de la instalación de electrólisis, especialmente con una distancia vertical z3 minimizada entre la MFH y las celdas 16.1.

5 La figura 3 describe una instalación de electrólisis 1 según el estado de la técnica. Un electrolizador 3 y una multiplicidad de estructuras 6, respectivamente con una multiplicidad de celdas, están dispuestos en un nivel de construcción / de montaje por encima de depósitos de ánolito o católito 5. Las estructuras 6 están acopladas a los
10 contenedores 5 a través de uno o varios conductos de salida (de flujo por gravedad) 3.1 (cabeceras de salida) para ánolito y católito respectivamente. Por medio de un sistema de electrólito 7 con sistema de bombeo y circuito de electrólito, se puede llevar en circuito el electrólito.

15 La instalación de electrólisis 1 según el estado de la técnica es de construcción relativamente alta. Esto también tiene desventajas (de coste), por ejemplo, debido a la necesidad de grandes alturas de naves de montaje / de máquinas. Además, se requiere un gasto comparativamente grande en equipo (técnico).

LISTA DE SIGNOS DE REFERENCIA:

20	1	Instalación de electrólisis según el estado de la técnica
	3	Electrolizador según el estado de la técnica
	3.1	Conducto de salida (de flujo por gravedad) o cabecera de evacuación (respectivamente para ánolito, católito)
	5	Contenedor de ánolito o de católito según el estado de la técnica
	6	Estructura con celdas
25	7	Sistema de electrólito con sistema de bombeo y circuito de electrólito
	10	Dispositivo de electrólisis
	13	Electrolizador
	13a	Lado del ánolito
	13b	Lado del católito
30	15	Cabecera de evacuación multifuncional "MFH" (especialmente para ánolito, católito, respectivamente)
	15a	MFH para el lado del ánolito
	15b	MFH para el lado del católito
	16	Estructura
	16.1	Celda
35	17	Sistema de electrólito o sistema de bombeo y circuito de electrólito interno de la instalación
	18	Sistema de sensores de medición o de análisis de electrólito
	18.1	Sensor de nivel de llenado
	18.2	Sensor de temperatura
40	E	Electrólito
	E15	Nivel de llenado de electrólito en la MFH
	F1	Primera función, en particular la evacuación de electrólito de las celdas
	F2	Segunda función, en particular la separación de fases
	F3	Tercera función, en particular la acumulación
45	F4	Cuarta función, en particular el almacenamiento intermedio de electrólito
	F5	Quinta función, en particular el mantenimiento del electrólito listo para un circuito de bombeo (suministro de bomba)
	F6	Sexta función, en particular el vaciado (drenaje), en particular para el mantenimiento
50	Vi	Volumen de acumulación o de almacenamiento intermedio
	x	Dirección longitudinal
	x15	Longitud o longitud de recorrido libre en el volumen interior de la MFH
	z	Dirección vertical
	z1	Altura de construcción del conjunto de la instalación de electrólisis
55	z3	Distancia vertical entre el electrolizador o la celda y la salida a la MFH

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para proporcionar al menos un flujo de producto, en particular hidrógeno, por electrólisis por medio de un electrolizador (13) con una multiplicidad de celdas de electrólisis (16.1) reunidas en al menos una estructura (16); en el que el electrolito se evacúa de las celdas y se separa en dos fases, y en el que el electrolito se acumula corriente arriba de un sistema de bombeo (17);
caracterizado porque al menos las funciones de la desviación (F1), la separación de fases (F2) y la acumulación (F3) se realizan conjuntamente de forma integral en un contenedor colector multifuncional (15) por medio de al menos un contenedor colector multifuncional que está acoplado a las celdas y cuyo nivel de llenado puede ser regulado y que puede ser utilizado también como suministro de bomba y que está realizado como cabecera de evacuación multifuncional con un volumen de funciones integrado, comprendiendo la acumulación (F3) las dos funciones siguientes: el almacenamiento intermedio (F4) del electrolito durante un tiempo de permanencia mínimo predefinible, y el almacenamiento intermedio (F5) del electrolito con un volumen mínimo predefinible o un nivel de llenado mínimo para mantener un volumen mínimo como suministro de bomba.
2. Procedimiento según la reivindicación de procedimiento anterior, en el que corriente abajo de la acumulación se realiza un bombeo del electrolito por medio del sistema de bombeo (17), en particular una conducción de retorno a las celdas (16.1), y en el que el electrolito total que es transportado saliendo del contenedor colector multifuncional es conducido de retorno en su totalidad al contenedor colector multifuncional.
3. Procedimiento según una de las reivindicaciones de procedimiento anteriores, en el que se proporciona hidrógeno por electrólisis de agua, en particular por medio de un dispositivo de electrólisis (10) con un rendimiento comprendido en el intervalo de 1.000 a 4.500 Nm³/h.
4. Un procedimiento según una de las reivindicaciones de procedimiento anteriores; en el que al menos una función adicional de vaciado (F6) de las celdas (16.1) se realiza integralmente junto con las funciones de la desviación (F1) y la acumulación (F3) en el contenedor colector multifuncional.
5. Dispositivo de electrólisis (10) concebido para proporcionar al menos un flujo de producto, en particular hidrógeno, en particular por electrólisis de agua, en particular concebido para proporcionar la corriente de producto según un procedimiento según una de las reivindicaciones de procedimiento anteriores, con:
 un electrolizador (13) con una multiplicidad de celdas de electrólisis (16.1) reunidas formando al menos una estructura (16), presentando el electrolizador un lado del ánodo (13a) y un lado del cátodo (13b);
 estando concebido el dispositivo de electrólisis (10) para desviar electrolito de las celdas y para la separación de fases del electrolito en dos fases, en particular en el respectivo lado (13a, 13b) del electrolizador, y estando concebido el dispositivo de electrólisis además para acumular el electrolito corriente arriba de un sistema de bombeo (17);
caracterizado porque el dispositivo de electrólisis (10) comprende al menos un contenedor colector multifuncional (15) acoplado a las celdas y al sistema de bombeo (17), que está realizado como cabecera de evacuación multifuncional (15), y de esta manera está concebido para proporcionar integralmente al menos cinco funciones integradas en el contenedor colector multifuncional, en concreto, la desviación (F1), la separación de fases (F2) y la acumulación (F3), respectivamente por medio del contenedor colector multifuncional, en particular en el respectivo lado (13a, 13b) del electrolizador, así como la función del almacenamiento intermedio (F4) del electrolito durante un tiempo de permanencia mínimo predefinible y la función del almacenamiento intermedio (F5) del electrolito con un volumen mínimo predefinible o un nivel de llenado mínimo para mantener un volumen mínimo como suministro de bomba.
6. Dispositivo de electrólisis según la reivindicación de dispositivo anterior, estando concebido el dispositivo de electrólisis (10) además para proporcionar integralmente también la función, integrada en el contenedor colector multifuncional (15), del vaciado (F6) de las celdas por medio del depósito colector multifuncional, en particular para fines de mantenimiento.
7. Dispositivo de electrólisis según una de las reivindicaciones de dispositivo anteriores, en el que el contenedor colector multifuncional (15) está dispuesto por debajo del electrolizador (13), en particular respectivamente en el respectivo lado (13a, 13b); y/o en el que el contenedor colector multifuncional está dispuesto de forma céntrica con respecto al electrolizador; y/o en el que el contenedor colector multifuncional está dispuesto en una posición de altura más baja con respecto a las celdas (16.1), en particular en el respectivo lado.
8. Dispositivo de electrólisis según una de las reivindicaciones de dispositivo anteriores, en el que el contenedor colector multifuncional (15) presenta al menos un sistema de sensores de medición (18) integrado, en particular al menos un sensor de nivel de llenado (18.1) para electrolito y/o al menos un sensor de temperatura (18.2).
9. Dispositivo de electrólisis según una de las reivindicaciones de dispositivo anteriores, en el que el dispositivo de electrólisis presenta dos contenedores colectores multifuncionales (15a, 15b) que pueden acoplarse a las celdas, concretamente en el respectivo lado del electrolizador (13) para ánodo y cátodo, y en el que los contenedores

colectores multifuncionales están dispuestos, en particular, de forma desplazada lateralmente uno con respecto al otro, en particular, de forma céntrica con respecto al electrolizador.

- 5 10. Dispositivo de electrólisis según una de las reivindicaciones de dispositivo anteriores, en el que el dispositivo de electrólisis presenta dos depósitos colectores multifuncionales que pueden acoplarse a las celdas y que están conectados entre sí a través de un conducto pendular y/o que están acoplados entre sí por medio de una regulación de caudal dependiente del nivel de llenado y/o una regulación de flujo secundario.

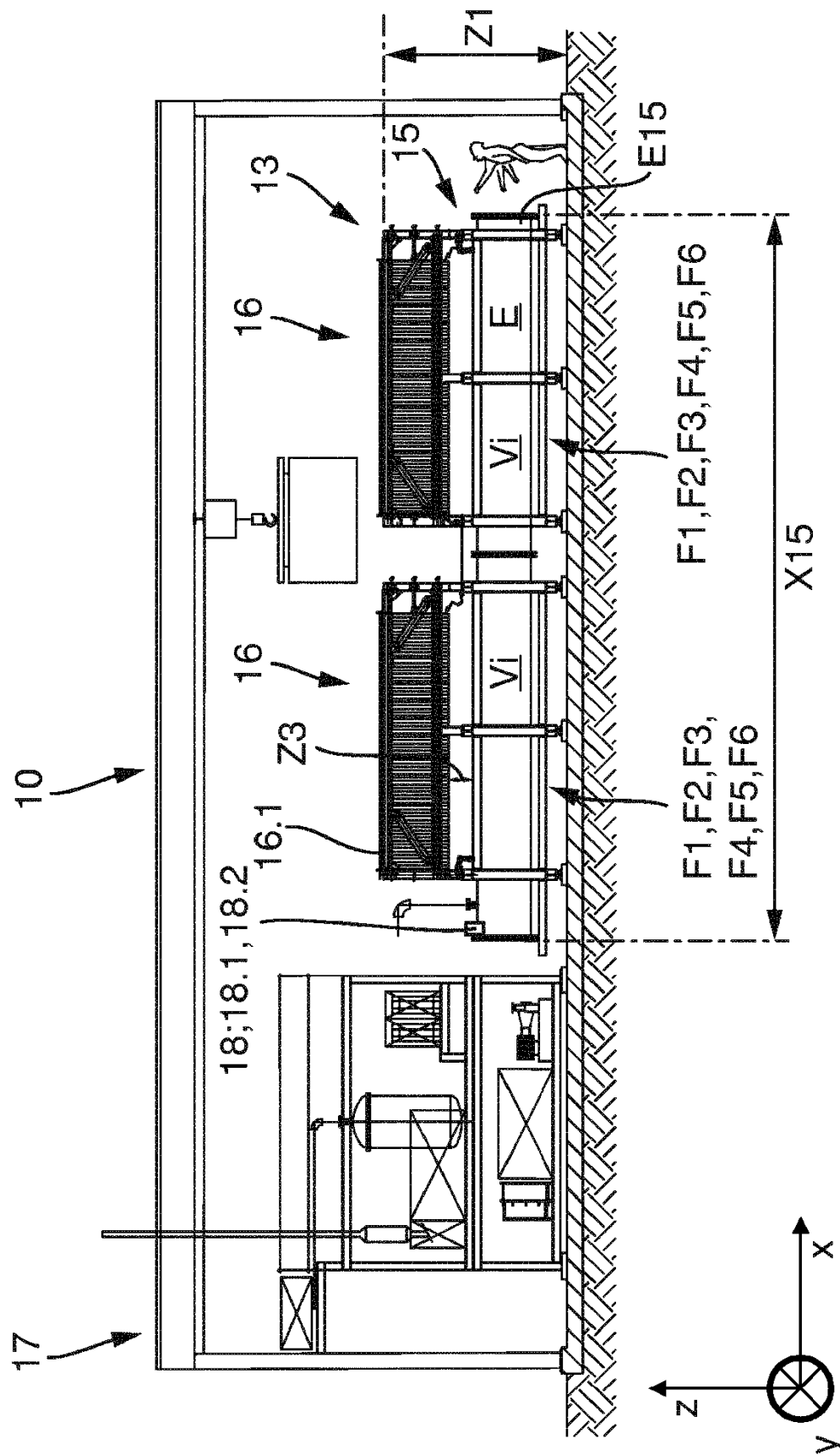
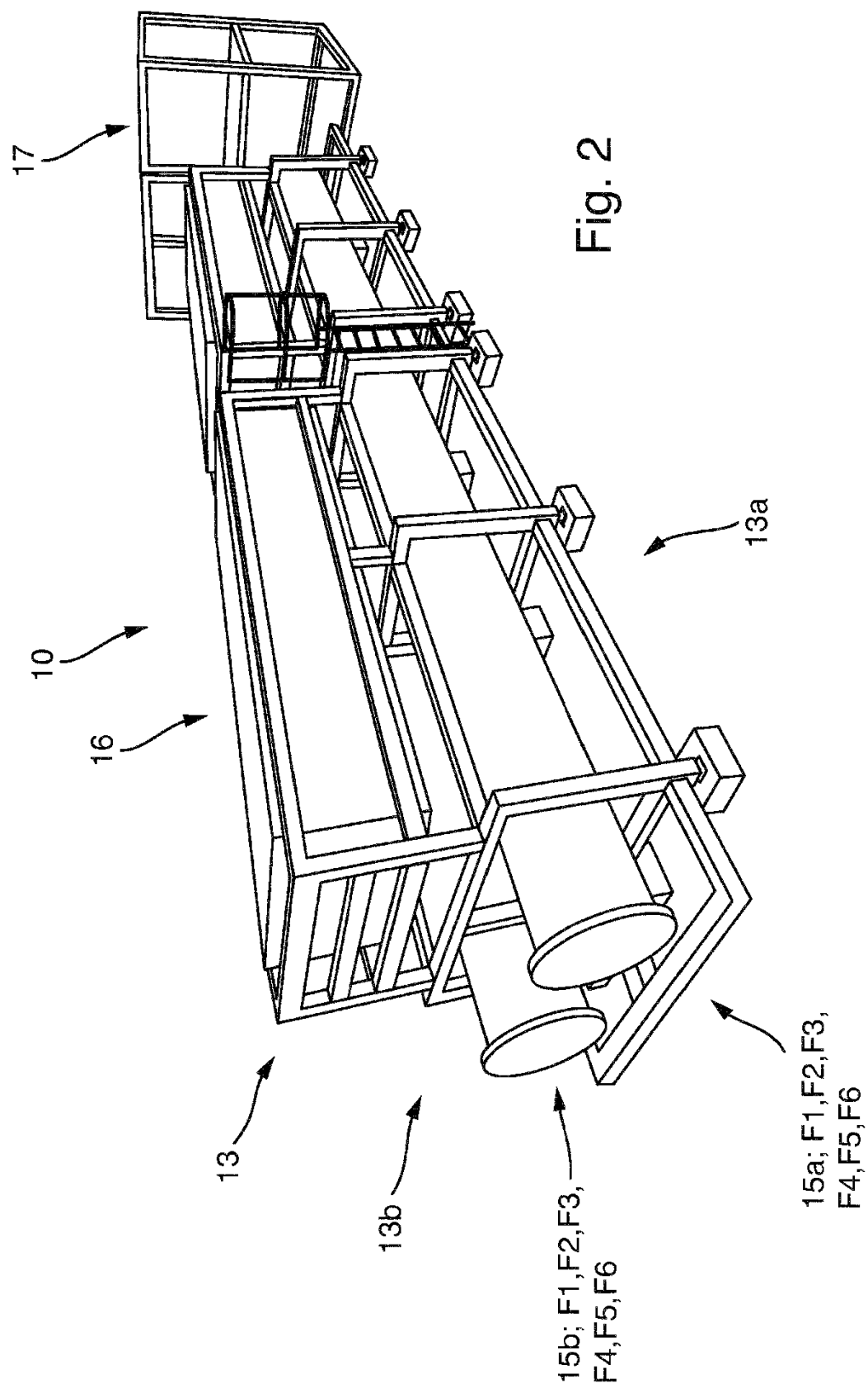


Fig. 1



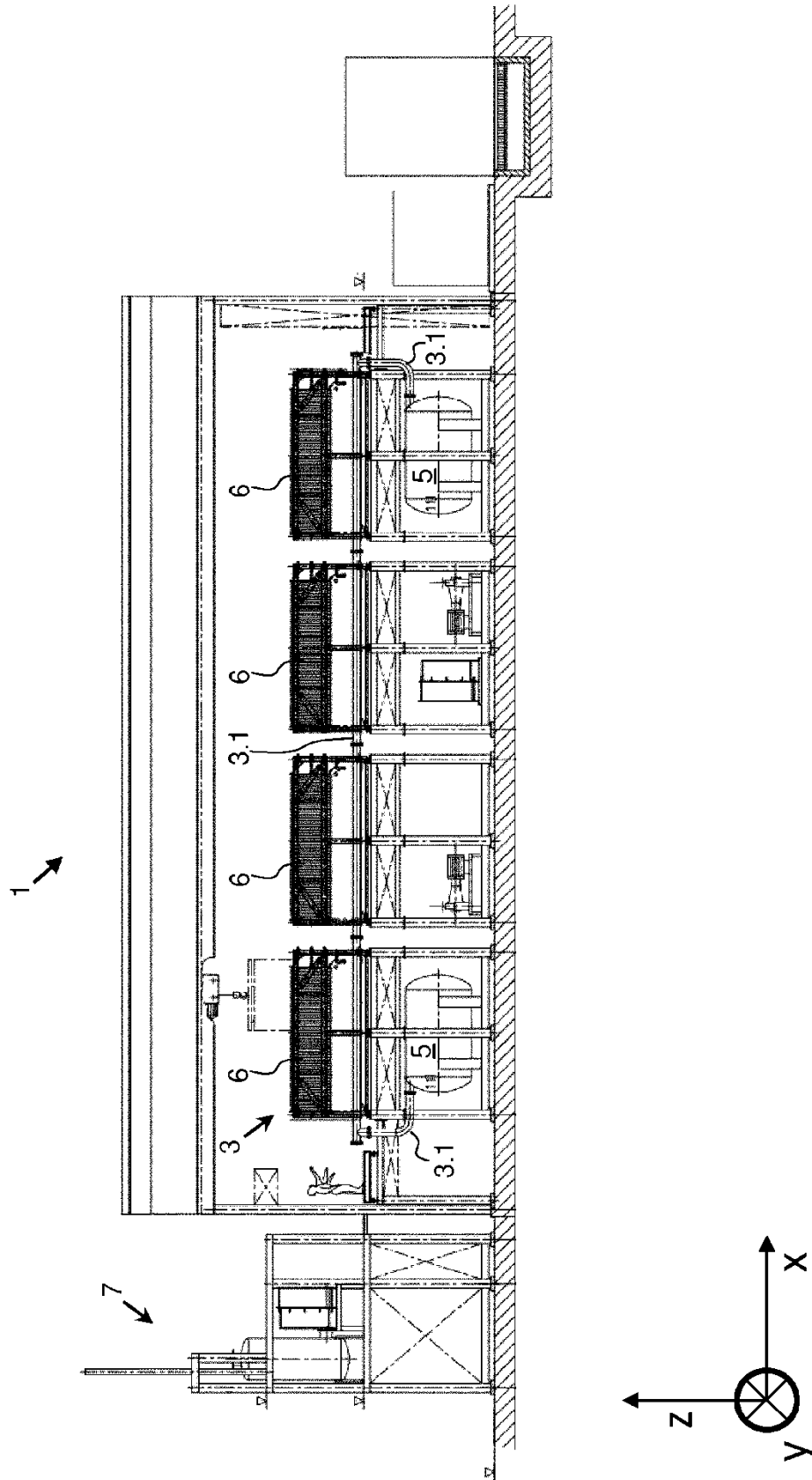


Fig. 3