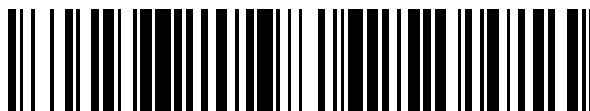


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 686 744**

51 Int. Cl.:

B01J 20/20 (2006.01)
B01J 20/28 (2006.01)
C02F 1/28 (2006.01)
B01D 39/20 (2006.01)
B01D 53/02 (2006.01)
B01D 53/04 (2006.01)
B01D 53/26 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.02.2015 PCT/EP2015/053495**
 87 Fecha y número de publicación internacional: **22.10.2015 WO15158450**
 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.02.2015 E 15710116 (3)**
 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.06.2018 EP 3131669**

54 Título: **Uso de un material de adsorción en partículas para prolongar el tiempo de empleo y/o la vida útil de una unidad de filtro adsorbente**

30 Prioridad:

17.04.2014 DE 102014005645
27.05.2014 DE 102014107489

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
19.10.2018

73 Titular/es:

BLÜCHER GMBH (100.0%)
Mettmanner Strasse 25
40699 Erkrath, DE

72 Inventor/es:

FICHTNER, SVEN;
SCHÖNFELD, RAIK;
GIEBELHAUSEN, JANN-MICHAEL;
SCHRAGE, CHRISTIAN y
MODROW, ANTJE

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

Observaciones:

Véase nota informativa (Remarks, Remarques o Bemerkungen) en el folleto original publicado por la Oficina Europea de Patentes

ES 2 686 744 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

Uso de un material de adsorción en partículas para prolongar el tiempo de empleo y/o la vida útil de una unidad de filtro adsorbente

5 La presente invención se refiere al sector técnico de los filtros o bien unidades de filtro adsorbentes que se pueden emplear, por ejemplo, para el tratamiento o bien la purificación de fluidos o bien medios fluidos (es decir, de medios gaseosos o líquidos) tales como, en particular, agua, por ejemplo en el marco del tratamiento o del procesamiento de aguas residuales o agua potable.

10 En particular, la presente divulgación se refiere, en especial, a procedimientos para proporcionar una unidad de filtro adsorbente con un tiempo de empleo o bien una vida útil prolongado con una estabilidad y resistencia mejorada o bien incrementada con respecto a la contaminación biológica o bien frente a un ataque biológico, en donde la unidad de filtro según la invención está dotada o bien equipada con al menos un material de adsorción en partículas especial en forma de un carbón activo globular.

15 Además de ello, la presente divulgación se refiere a una unidad de filtro adsorbente como tal con un tiempo de empleo o bien una vida útil prolongado, en particular con una estabilidad y resistencia mejorada o bien incrementada frente a la contaminación biológica o bien frente al ataque biológico.

20 La presente divulgación se refiere, además, a procedimientos para prolongar el tiempo de empleo o bien la vida útil de la unidad de filtro adsorbente según la invención, así como a procedimientos para el tratamiento o bien la purificación de un medio fluido, preferiblemente agua (tal como aguas residuales o bien agua potable). La presente invención se refiere a usos de un material de adsorción en partículas especial en forma de un carbón activo globular con el fin de prolongar el tiempo de uso o bien la vida útil de una unidad de filtro adsorbente.

Finalmente, la presente divulgación se refiere, además, a usos de la unidad de filtro adsorbente según la invención, en particular para el tratamiento y la purificación de un medio fluido, preferiblemente agua, o para la separación de sustancias nocivas o para la purificación o bien el tratamiento de gases o para el tratamiento o bien el procesamiento de atmósferas de salas limpias.

25 Para los fines del tratamiento o bien la purificación de medios fluidos pasan a emplearse en el estado de la técnica diferentes sistemas o bien principios de filtración. Los sistemas de filtración en cuestión se emplean en este caso, en general, para la modificación preestablecida de la composición del medio fluido a purificar, debiendo separarse del medio lo más selectivamente posible de manera prioritaria sustancias (nocivas) indeseadas. En general, en un medio líquido tal como agua las sustancias (nocivas) a separar se presentan en forma sólida o bien dispersada o en forma disuelta, y en un medio gaseoso tal como aire, las sustancias (nocivas) a separar se encuentran, por ejemplo, en forma de un aerosol o bien en forma de polvo o bien en forma de gas.

30 En el estado de la técnica se emplean a este respecto filtros mecánicos o bien basados en medios físicos, predominantemente para la separación de sustancias en partículas o bien de sólidos de un fluido a purificar. En general, sin embargo, a menudo los sistemas de filtración mecánicos van acompañados del inconveniente de que los tiempos de empleo o bien la vida útil son relativamente cortos y, además, esencialmente solo puede tener lugar una separación no selectiva, en donde con los sistemas de filtración en cuestión, básicamente no se pueden separar del medio a purificar sustancias (nocivas) disueltas en el caso de líquidos tales como agua o bien no se pueden separar sustancias (nocivas) gaseosas o bien aire.

35 Para la separación de, en particular, sustancias (nocivas) disueltas o bien dispersadas pasan a emplearse, por el contrario, de manera determinante también sistemas de filtración de base físico-química o bien química, por ejemplo a base de filtros de membrana (p. ej., ósmosis inversa) o filtros químicos utilizando productos químicos para iniciar reacciones de precipitación o similares. Procedimientos de tratamiento químicos son, sin embargo, a menudo complejos en cuanto al sistema de aparatos y, con el empleo de productos químicos de precipitación especiales, van acompañados a menudo de un determinado potencial de riesgo para el medio ambiente.

40 En el caso de la purificación de líquidos tales como agua pasan a emplearse, por ejemplo, en el marco del tratamiento de aguas potables, también los denominados sistemas de filtro de membrana o bien procedimientos de membrana tales como nanofiltración o bien ósmosis inversa, pudiendo emplearse al respecto membranas semipermeables. De este modo, del medio a purificar también se pueden separar sustancias (nocivas) o bien iones disueltos. Sin embargo, lo desventajoso en este caso es la eficiencia, en ocasiones escasa, de sistemas de filtración de este tipo, que va acompañada de una elevada tasa de pérdida de medio a purificar. Además, en el caso de sistemas de filtro de membrana existe a menudo el problema de una contaminación microbiana persistente, lo cual conduce a una limitación del tiempo de empleo o bien de la vida útil y a una reducción de la eficiencia del filtro. Además, es desventajosa la selectividad, en ocasiones escasa, de las membranas en las que se fundamenta. Además, los residuos resultantes están a menudo fuertemente contaminados de modo tóxico, de forma que su eliminación representa un problema adicional.

45 Además, conforme a los procedimientos del estado de la técnica puede tener lugar un tratamiento con ozono o bien UV, en particular con el fin de degradar fotoquímicamente sustancias (nocivas) indeseadas. Otro enfoque para la

reducción de sustancias (nocivas) indeseadas, en particular del agua o bien agua en bruto a purificar, consiste en el estado de la técnica, por consiguiente, en descomponer químicamente los compuestos a separar mediante procesos de oxidación. Lo desventajoso a este respecto son, sin embargo, los a menudo elevados costes de energía ligados a ello, la compleja separación de ozono residual en el agua tratada, así como la formación indeseada de metabolitos o bien productos de degradación tóxicos como consecuencia de la descomposición de las sustancias (nocivas) en cuestión.

Además de ello, en general, durante la purificación o bien el tratamiento de medios líquidos o gaseosos pueden emplearse también sistemas de filtración por sorción, en particular adsorción, con ayuda de los cuales se posibilita a menudo una purificación eficiente y muy selectiva del medio en el que se fundamenta, en particular también en relación con las denominadas micro-impurezas tal como se explicará más adelante.

Dado que en lo que concierne a las sustancias (nocivas) a separar en el medio a tratar, en particular disueltas en el medio, en particular agua (por ejemplo en el marco del tratamiento de aguas residuales o bien de la provisión de agua potable o bien de agua ultra-pura), con el empleo de sistemas de filtración por adsorción, se trata en este caso, en general, de las denominadas micro-impurezas que se designan también de manera sinónima como sustancias trazas o bien *microcontaminantes*. A ellas pertenecen, en particular, junto a productos químicos industriales y agentes ignífugos, también sustancias activas farmacéuticas o bien fármacos humanos tales como analgésicos, sustancias activas hormonales o similares que, de manera no modificada o después de una conversión química en el organismo humano, son segregados como conjugados o bien metabolitos y posteriormente acceden, por ejemplo, a las aguas residuales de la comunidad. Además, se han de indicar determinados productos químicos industriales tales como plastificantes, en particular bisfenol-A, agentes de contraste de rayos X, tensioactivos, plaguicidas o similares. Sustancias de este tipo presentan ya en pequeñas cantidades un elevado potencial de acción o bien un elevado potencial tóxico, así como una escasa biocompatibilidad. Como ejemplos adicionales pueden indicarse los denominados *Dissolved Organic Compounds* o bien *Dissolved Organic Carbons* (DOC) (compuestos orgánicos disueltos o bien carbonos orgánicos disueltos) que pueden presentarse igualmente como impureza en el agua.

En virtud del elevado potencial tóxico, de la persistencia y del elevado potencial de bioacumulación de las sustancias nocivas o bien sustancias trazas antes mencionadas, así como del uso creciente de sustancias de este tipo, existe una alta demanda de tratar, por una parte, aguas residuales contaminadas con sustancias de este tipo procedentes del uso privado, de la industria, así como dispositivos médicos y, por otra parte, tratar de una manera eficaz agua potable ya contaminada con sustancias nocivas de este tipo, empleando sistemas de filtración duraderos para reducir las sustancias nocivas correspondientes, por ejemplo en relación a agua potable ya contaminada en el caso del tratamiento en la planta de tratamiento de aguas antes de la alimentación a la red de agua potable.

Como se ha indicado precedentemente, un modo de proceder para reducir el contenido de micro-impurezas en medios fluidos, en particular agua, se ha de considerar eliminar del agua las impurezas por sorción, en particular por adsorción, empleándose para ello materiales de filtro adsorbentes. A este respecto, pueden emplearse, por ejemplo, carbón activo, zeolitas, tamices moleculares, partículas de óxidos de metales o bien de metales, así como resinas intercambiadoras de iones o similares. Materiales de este tipo conducen, en general, a una buena separación de sustancias nocivas. En particular, a este respecto pueden emplearse también carbonos activos habituales para reducir el contenido de sustancias nocivas o bien micro-impurezas.

Básicamente, en el caso de emplear materiales adsorbentes en sistemas de filtración para la purificación de medios fluidos tales como agua o aire existe, sin embargo, el riesgo de una contaminación microbiana o bien de una contaminación biológica o bien de un ataque biológico del agente adsorbente, en particular también para el caso en el que el material adsorbente se encuentre en contacto con la humedad durante un espacio de tiempo prolongado. Ya que en virtud de la estructura porosa con una superficie relativamente fuertemente estructurada, los materiales adsorbentes antes mencionados representan básicamente un lugar de colonización preferido para microorganismos o bien gérmenes biológicos, en particular en la medida en que se presente un medio correspondientemente húmedo, lo cual es el caso para medios acuosos, pero también para corrientes de aire húmedas (por ejemplo, aire espirado).

Una colonización excesiva, en particular de la superficie del material adsorbente con microorganismos o bien gérmenes biológicos va acompañada en este caso con el inconveniente principal de que, en virtud de la configuración de una capa biológica sobre la superficie del material adsorbente, se reduce o bien bloquea especialmente el acceso para el medio a purificar al sistema de poros del material adsorbente, de modo que el sistema de poros del carbón activo ya no es accesible o solo lo es en una medida limitada para las sustancias nocivas o bien micro-impurezas a adsorber. Esto conduce a una reducción persistente de la eficiencia de purificación o bien de filtración del sistema de filtración en el que se fundamenta, acompañado de una reducción significativa del tiempo de empleo o bien de la vida útil de sistemas de este tipo.

Una contaminación microbiana excesiva del material adsorbente va acompañada también del riesgo de que en el caso de empleo o bien de aplicación del filtro se desprendan microorganismos o bien gérmenes de la superficie del material adsorbente y sean entregados al medio a purificar o bien al medio ya purificado, de modo que puede producirse una contaminación indeseada del medio o bien del filtrado, lo cual es problemático, especialmente en relación con el tratamiento de agua potable o bien la provisión de agua ultra-pura.

También por ello, en el caso de sistemas de filtración del estado de la técnica se requiere en ocasiones un intercambio frecuente del material adsorbente o bien el empleo de sistemas de filtración correspondientemente nuevos, lo cual es, sin embargo, desfavorable desde un punto de vista de la técnica del procedimiento y, además, es costoso.

5 A ese respecto, el documento DE 36 24 975 C2 se refiere a un filtro de lecho apilado a base de un pozo (de filtro) lleno de material a granel granular, cuyas paredes laterales son permeables para el medio a filtrar, pudiendo emplearse a este respecto carbón activo como tal como material a granel. No se prevén medidas preestablecidas para reducir la contaminación microbiana del material de filtro, de modo que el sistema de filtración no presenta en ocasiones tiempos de empleo o bien vidas útiles óptimos.

10 Además, el documento DE 1 642 396 A1 se refiere a un procedimiento para el tratamiento de aguas residuales, en el que primeramente se separan sólidos en suspensión y en el que al agua bruta tamizada es tratada con un agente de floculación, y el agua remanente es separada de la floculación formada y es conducida a través de lechos de carbón activo. En este caso, se emplean carbones activos habituales los cuales, sin embargo, presentan una tendencia a la contaminación microbiana en ocasiones excesiva.

15 Además de ello, el documento WO 2007/092914 A1 se refiere a un sistema de tratamiento de aguas residuales que presenta un elemento o bien recipiente de filtración con un material de filtro natural o bien de base biológica y con otro material de filtración en forma de carbón activo habitual, así como correspondientes dispositivos para introducir y extraer agua. En virtud del uso de carbón activo habitual en combinación con un material de filtro de base biológica resulta un riesgo, en ocasiones excesivo, de la contaminación de los materiales de filtro empleados, lo cual es
20 perjudicial para la eficiencia del sistema de filtración.

La contaminación microbiana o bien contaminación biológica de un material de adsorción, en particular en forma de carbón activo, es también problemática en el caso de correspondientes aplicaciones del filtro para la purificación de fases gaseosas, en particular cuando las corrientes de gas o bien aire a purificar presentan un contenido en humedad elevado, ya que con ello puede tener lugar una formación de condensado sobre o bien en el material de
25 adsorción, lo cual conduce de nuevo a condiciones de desarrollo óptimas para gérmenes o bien microorganismos. A este respecto, se ha de mencionar, en particular, el uso de carbón activo como material adsorbente en sistemas de filtración de protección respiratoria o bien en campanas extractoras o similares.

A este respecto, el documento DE 38 13 564 A1 y el documento EP 0 338 551 A2, perteneciente a la misma familia de patentes, se refieren a una capa de filtro de carbón activo para máscaras protectoras ABC o similares que
30 comprende una estructura de soporte altamente permeable, tridimensional y esencialmente indeformable a la cual está fijada una capa de partículas de carbón activo granulares, pudiendo tratarse en el caso de la estructura de soporte de un tejido a base de alambres, monofilamentos o nervios o bien de una estructura basada en espuma. A este respecto, se emplean como tales partículas de carbón activo, de modo que bajo condiciones desfavorables se puede producir en ocasiones una contaminación microbiana, toda vez que el sistema de filtración en cuestión ha de
35 ser empleado en máscaras protectoras ABC y, con ello, puede también entrar en contacto con el aire humedecido (aire espirado del portador).

El documento DE 202013 003 676 U1 da a conocer, además, una instalación de purificación, en particular para agua potable, que presenta una unidad de filtro con carbón activo especial (PBSAC – polymer based spherical activated carbon - carbón activado esférico basado en polímero). En conjunto, en el estado de la técnica existe, por
40 consiguiente, una gran demanda de proporcionar sistemas de filtración por adsorción que en el marco de su empleo para la purificación o bien para el tratamiento de medios fluidos tales como agua o bien (mezclas de) gases presenten una tendencia reducida a la contaminación microbiana o bien a la contaminación biológica.

Ante estos antecedentes, la misión de la presente invención consiste, por lo tanto, en proporcionar un concepto eficiente para proporcionar una unidad de filtro adsorbente con un tiempo de empleo o bien vida útil prolongado, en
45 particular con una estabilidad o bien resistencia mejorada o bien incrementada frente a la contaminación biológica o el ataque biológico, debiendo eliminarse ampliamente o bien al menos debilitarse los inconvenientes previamente expuestos del estado de la técnica.

En particular, una misión de la presente invención se ha de considerar en proporcionar una unidad de filtro adsorbente, en donde la unidad de filtro adsorbente así proporcionada debe disponer de una resistencia o bien
50 estabilidad mejorada frente a la contaminación microbiana o bien el ataque biológico, en particular bajo condiciones de empleo (es decir, en estado de aplicación en el marco de la filtración de medios fluidos), y en donde la unidad de filtro adsorbente proporcionada de acuerdo con la invención debe presentar igualmente una elevada eficiencia en relación con la separación o bien adsorción de sustancias tóxicas, en particular en forma de micro-impurezas o similares, a partir de un fluido a purificar.

55 De igual manera, de nuevo otra misión de la presente invención consiste en proporcionar unidades de filtro adsorbente correspondientes que, en conjunto, dispongan de un tiempo de empleo o bien vida útil prolongado y que presenten una elevada idoneidad para aplicaciones técnicas de filtración, por ejemplo en el marco del tratamiento de agua, pero también en relación con el procesamiento o bien el tratamiento de corrientes de aire.

Objeto de la presente invención es el uso de un material adsorbente en partículas en forma de un carbón activo globular para prolongar el tiempo de empleo o bien la vida útil de una unidad de filtro adsorbente de acuerdo con la reivindicación de uso 1 respectiva. Se sobreentiende que en el caso de la siguiente descripción de la presente invención, ejecuciones, formas de realización, ventajas, ejemplos o similares que se indican en lo que sigue – con fines de evitar repeticiones innecesarias – solo se exponen para un aspecto de la invención particular, naturalmente son válidas de manera correspondiente también en relación con los restantes aspectos de la invención, sin que se requiera una mención expresa.

Además, se sobreentiende que en el caso de los datos siguientes de valores, cifras e intervalos, los datos de valores, cifras e intervalos respectivos no han de entenderse como limitantes; se sobreentiende para el experto en la materia que condicionado por un caso particular o referido a la aplicación se puede uno desviar de los intervalos o bien datos indicados, sin que se abandone el marco de la presente invención.

Además se cumple que todos los datos de valores o bien parámetros o similares mencionados en lo que sigue pueden ser calculados o bien determinados con procedimientos de determinación normalizados o bien estandarizados o explícitamente indicados, o bien, en otro caso, con métodos de determinación o bien medición en sí habituales en este sector para el experto en la materia.

Por lo demás, se cumple que en el caso de todos los datos cuantitativos relativos o bien porcentuales, en particular referidos al peso, recogidos en lo que sigue, se ha de tener en cuenta que estos datos se han de elegir o bien combinar en el marco de la presente invención por parte del experto en la materia de modo que en suma – eventualmente incluyendo otros componentes o bien sustancias constitutivas, en particular tal como se define en lo que sigue – resulte siempre 100% o bien 100% en peso. Sin embargo, esto se sobreentiende por el experto en la materia.

Hecha esta observación, se describe en lo que sigue con mayor detalle la presente invención.

Objeto de la presente invención es, por consiguiente, un uso de acuerdo con la reivindicación 1. Una idea básica de la presente invención se ha de considerar, por consiguiente, en el marco del uso de acuerdo con la invención de la unidad de filtro adsorbente con un tiempo de empleo o bien vida útil prolongado, emplear un material de adsorción en partículas muy especial en forma de un carbón activo globular, presentando el carbón activo, además, un volumen de poros total especial con una proporción definida de microporos o bien mesoporos y en donde el carbón activo presenta propiedades de la superficie definidas en relación con su hidrofilia, determinada como comportamiento de adsorción de vapor de agua.

En lo que concierne a este respecto a la determinación del comportamiento de adsorción de vapor de agua, ésta tiene lugar en el marco de la presente invención en base a la norma DIN 66135-1, empleándose como adsorbente o bien adsorbato en el que se fundamenta agua o bien vapor de agua. A este respecto, la determinación del comportamiento de adsorción de vapor de agua tiene lugar de forma estática-volumétrica a una temperatura de 25 °C (298 Kelvin). La determinación del volumen en función de la presión, en el que se fundamenta para el comportamiento de adsorción de hidrógeno, de agua adsorbida o bien vapor de agua adsorbido V_{abs} (STP) tiene lugar en este caso a presiones del entorno diferentes o bien variables p/p_0 en el intervalo de 0,0 a 1,0, representando p_0 la presión bajo condiciones estándares (1.013,25 hPa). En este caso, el comportamiento de adsorción de vapor de agua al que se recurre de acuerdo con la invención se refiere a la isoterma de adsorción del carbón activo en el que se fundamenta.

El comportamiento de adsorción de vapor de agua, tal como se especificó precedentemente, funciona en este caso como medida para la hidrofilia o bien hidrofobia del carbón activo empleado de acuerdo con la invención, a saber en el sentido de que, en virtud de los datos de valores precedentemente indicados, se emplea de acuerdo con la invención un carbón activo que, en conjunto, esté configurado de modo menos hidrofílico y que, por consiguiente, pueda ser designado como hidrofóbico según un uso del idioma general.

En particular, los carbones activos empleados de acuerdo con la invención están configurados de modo que estos están configurados relativamente menos hidrofílicos que, por ejemplo, carbones activos basados en cáscaras de coco o en pez o bien hullas esquistasas que, en comparación con el carbón activo empleado de acuerdo con la invención, son en conjunto más hidrofílicos o bien menos hidrofóbicos.

A este respecto, los carbones activos empleados de acuerdo con la invención se distinguen, en particular, porque tiene lugar una adsorción de vapor de agua significativa solo en el caso de presiones parciales p/p_0 relativamente elevadas, dado que – sin desear limitarse a esta teoría – los carbones activos de acuerdo con la invención presentan, en virtud de su menor hidrofilia, una afinidad menos elevada por las moléculas de agua polares. En comparación con los carbones activos de acuerdo con la invención, en el caso de carbones activos relativamente hidrofílicos, tales como los carbones activos o bien hullas esquistasas previamente mencionados, en particular a base de cáscaras de coco o bien pez, tiene lugar una adsorción de vapor de agua significativa ya a bajas presiones parciales p/p_0 , lo cual no es precisamente el caso conforme a la invención en relación con el carbón activo empleado, tal como se indicó previamente.

A este respecto, puede remitirse también a la Fig. 1 indicada en lo que sigue, que muestra el comportamiento de adsorción de vapor de agua de un carbón activo empleado de acuerdo con la invención en comparación con otro tipo de carbón activo, a saber, una hulla esquistosa a base de cáscaras de coco.

5 Para informaciones y ejecuciones adicionales de la adsorción de vapor de agua puede remitirse también al documento de disertación de *M. Neisch*, "*Wasserdampf und n-Butanadsorption an Aktivkohle – Mechanismus, Gleichgewicht und Dynamik der 1-Komponenten – und der Coadsorption*", *Fakultät für Maschinenbau, Verfahrens – und Energietechnik, technische Universität Bergakademie, Freiberg*. Como resultado en el marco de la presente invención se emplea, por consiguiente, un carbón activo muy especial que presenta una afinidad definida por el agua, a saber, en el sentido de que, de acuerdo con la invención, se emplea en particular un carbón activo de baja hidrofilia o bien un carbón activo hidrofóbico, presentando el carbón activo, además, un volumen total de poros definido en unión con una proporción de microporos o bien mesoporos elevada.

15 Dado que la solicitante ha encontrado, de manera totalmente sorprendente, que de este modo, bajo condiciones de empleo o bien de aplicación en procedimientos de filtración, se puede reducir o bien impedir una contaminación microbiana biológica o bien una contaminación biológica o bien un ataque del carbón activo con microorganismos de manera eficiente. Además, es totalmente sorprendente que las medidas de acuerdo con la invención a base de la afinidad definida frente al agua del volumen de poros total previamente definido con una proporción especial de microporos o bien mesoporos, así como del uso de carbón activo en forma globular se completan a lo largo de la suma de las medidas individuales y, por consiguiente, de un modo sinérgico, lo cual se confirma también mediante los ejemplos de realización indicados de acuerdo con la invención.

20 En particular – igualmente sin desear limitarse a esta teoría – también el volumen de poros definido con los tamaños de poros definidos conduce a que correspondientes gérmenes o bien microorganismos no puedan penetrar o bien puedan penetrar solo en una medida reducida en los poros o bien en el sistema de poros interno, lo cual reduce en conjunto de igual manera el ataque o bien la contaminación microbiana.

25 Además de ello, la solicitante ha encontrado, de manera totalmente sorprendente, que el uso de acuerdo con la invención de un material de adsorción en partículas, muy especial, en forma de un carbón activo, en el sentido de que, de acuerdo con la invención, de manera deliberada, se emplea un carbón activo globular o bien esférico, conduce a una reducción continua de la contaminación microbiana. Sin desear limitarse a esta teoría, la conformación globular o bien esférica del carbón activo conduce a que en el caso de empleo o bien de aplicación, se presente un flujo optimizado o bien homogéneo del material del filtro en forma de una pluralidad de bolitas de carbón activo con el medio fluido a purificar, de modo que la proporción de zonas de flujo reducido o bien las denominadas zonas "muertas" se reduce claramente, de manera que también con ello se impide ampliamente una acumulación o bien un crecimiento del carbón activo con microorganismos.

30 Sin desear limitarse a esta teoría, la resistencia del carbón empleado de acuerdo con la invención está incrementada frente a gérmenes biológicos o bien microorganismos en la medida en que los gérmenes no se pueden acumular o bien solo lo pueden hacer en pequeña medida sobre el carbón activo, de modo que en conjunto se presenta un crecimiento reducido (en superficie) del carbón activo, lo cual va acompañado de una accesibilidad mejorada del sistema de poros para las sustancias a adsorber o bien sustancias nocivas. En virtud de las propiedades especiales de la superficie, las condiciones de desarrollo de gérmenes o bien microorganismos sobre el carbón activo no son óptimas lo cual conduce, como resultado, también en el caso de largos tiempos de empleo o bien vidas útiles, a un crecimiento o bien ataque reducido.

35 En lo que se refiere a las expresiones utilizadas de acuerdo con la invención "contaminación biológica" o bien "ataque biológico", éstas se han de entender en un sentido muy amplio y se refieren, en particular, a un crecimiento o bien a una colonización del carbón activo empleado como material de filtro con gérmenes o bien microorganismos, a saber, en particular, sobre la superficie del carbón activo, así como, eventualmente, en el sistema de poros del carbón activo que limita en la superficie. En el caso de los gérmenes o bien microorganismos en cuestión se trata, en particular, de gérmenes o bien microorganismos acuáticos o bien afines a la humedad. En particular, los gérmenes o bien microorganismos en cuestión se forman de una manera no limitante por gérmenes o bien microorganismos monocelulares o bien pluricelulares, en particular monocelulares tales como, por ejemplo, algas, bacterias, hongos tales como levaduras, protozoos o similares.

40 En lo que se refiere, además, al término "globular" denominado sinónimamente también "esférico", utilizado de acuerdo con la invención, este término se ha de entender en un sentido muy amplio y se refiere, en particular, a una forma globular o bien esférica del carbón activo, al menos esencialmente ideal, pero también a configuraciones o bien ejecuciones corporales del carbón activo empleado que se desvíen ligeramente de la forma esférica, tal como una configuración del carbón activo en forma de una elipsoide (de rotación) o similares. Además, el término "globular" comprende también formas globulares o bien elipsoides del carbón activo en las que el carbón activo puede presentar en menor medida indentaciones o escotaduras, abolladuras, depresiones o similares, sin que, sin embargo, se modifique de manera determinante con ello la conformación globular como tal. De acuerdo con la invención, por consiguiente, se destina en especial al empleo de un carbón activo globular o bien a un carbón esférico o bien a un carbón activo esférico.

En lo que se refiere, además, al uso de acuerdo con la invención, el carbón activo puede presentar una hidrofilia, determinada como comportamiento de adsorción de vapor de agua, de modo que en el caso de una presión parcial p/p_0 de 0,6, se agote o bien se aproveche a lo sumo el 25%, en particular a lo sumo el 20%, preferiblemente a lo sumo el 10%, de preferencia a lo sumo el 5% de la capacidad de adsorción de vapor de agua máxima del carbón activo. En particular, en el caso de una presión parcial p/p_0 de 0,6 debería alcanzarse a lo sumo un 25%, en particular a lo sumo un 20%, de preferencia a lo sumo un 10%, preferiblemente a lo sumo un 5% de la carga de saturación de vapor de agua máxima del carbón activo.

Además, de acuerdo con una forma de realización preferida de acuerdo con la invención puede estar previsto que el carbón activo presente una hidrofilia, determinada como comportamiento de adsorción de vapor de agua tal que se haya agotado y/o utilizado 0,1% a 30%, en particular 0,5% a 25%, de preferencia 1% a 20%, preferiblemente 1,5% a 15%, de manera particularmente preferida 2% a 10% de la capacidad de adsorción de vapor de agua máxima del carbón activo en el caso de una presión parcial p/p_0 de 0,6. En particular puede estar previsto de acuerdo con la invención que se alcance 0,1% a 30%, en particular 0,5% a 25%, de preferencia 1% a 20%, preferiblemente 1,5% a 15%, de manera particularmente preferida 2% a 10% de la carga de saturación de vapor de agua máxima del carbón activo a una presión parcial p/p_0 de 0,6.

De igual manera, puede estar previsto que el carbón activo presente una hidrofilia, determinada como comportamiento de adsorción de vapor de agua, tal que en el caso de una presión parcial p/p_0 de 0,6, la cantidad de vapor de agua (volumen de H_2O) adsorbida por el carbón activo $V_{ads(H_2O)}$, referida al peso del carbón activo, ascienda a lo sumo a 200 cm^3/g , en particular a lo sumo a 175 cm^3/g , preferiblemente a lo sumo a 150 cm^3/g , de preferencia a lo sumo a 100 cm^3/g , de manera particularmente preferida a lo sumo a 75 cm^3/g .

A este respecto, el carbón activo puede presentar conforme a la invención una hidrofilia determinada como comportamiento de adsorción de vapor de agua, tal que, en una presión parcial p/p_0 de 0,6, la cantidad de vapor de agua (volumen de H_2O) adsorbida por el carbón activo $V_{ads(H_2O)}$, referida al peso del carbón activo, se encuentra en el intervalo de 10 cm^3/g a 200 cm^3/g , en particular de 20 cm^3/g a 175 cm^3/g , preferiblemente de 30 cm^3/g a 150 cm^3/g , preferiblemente de 40 cm^3/g a 100 cm^3/g , de manera particularmente preferida de 50 cm^3/g a 75 cm^3/g .

Además, el carbón activo puede presentar una hidrofilia, determinada como comportamiento de adsorción de vapor de agua, de modo que en un intervalo de presiones parciales p/p_0 de 0,1 a 0,6, se haya agotado y/o aprovechado a lo sumo 25%, en particular a lo sumo 20%, preferiblemente a lo sumo 10%, de preferencia a lo sumo 5% de la capacidad de adsorción de vapor de agua máxima del carbón activo. En particular, en un intervalo de presiones parciales p/p_0 de 0,1 a 0,6 puede alcanzarse a lo sumo 25%, en particular a lo sumo 20%, preferiblemente a lo sumo 10%, de preferencia a lo sumo 5% de la carga de saturación de vapor de agua máxima del carbón activo.

Además, conforme a la invención es ventajoso que el carbón activo presente una hidrofilia, determinada como comportamiento de adsorción de vapor de agua de modo que en un intervalo de presiones parciales p/p_0 de 0,1 a 0,6, se haya agotado y/o aprovechado 0,05% a 30%, en particular 0,1% a 25%, preferiblemente 0,5% a 20%, de preferencia 1% a 15%, de manera particularmente preferida 1% a 10% de la capacidad de adsorción de vapor de agua máxima del carbón activo. En particular, en un intervalo de presiones parciales p/p_0 de 0,1 a 0,6 debe alcanzarse 0,05% a 30%, en particular 0,1% a 25%, preferiblemente 0,5% a 20%, de preferencia 1% a 15%, de manera particularmente preferida 1% a 10% de la capacidad de adsorción de vapor de agua máxima del carbón activo.

Los valores precedentemente indicados del comportamiento de adsorción de agua se refieren, en particular, a la isoterma de adsorción de vapor de agua en el que se fundamenta del carbón activo empleado de acuerdo con la invención, tal como se indicó precedentemente.

En lo que se refiere además al carbón activo empleado en el marco de la presente invención, la solicitante ha encontrado, igualmente de manera totalmente sorprendente, que también la aspereza de la superficie del carbón activo empleado, determinada por dimensión fractal de la porosidad abierta, tiene una influencia significativa sobre la resistencia del carbón activo frente a una colonización indeseada con gérmenes o bien microorganismos. En lo que se refiere a la dimensión fractal de la porosidad abierta como medida de la aspereza, por definición general una sustancia es tanto más áspera cuanto el valor de la dimensión fractal se aproxime más al valor 3. De manera correspondiente, valores más pequeños significan, según ello, una aspereza de la superficie menor del carbón activo.

Sin querer estar ligado a esta teoría, una baja aspereza de la superficie conduce a una capacidad de adherencia reducida o bien a una adhesión reducida de gérmenes o bien microorganismos en relación con el carbón activo en el que se fundamenta, de modo que con ello se minimiza adicionalmente el crecimiento o bien la contaminación microbiana.

A este respecto, se ha manifestado particularmente ventajoso en el marco de la presente invención que el carbón activo presente una dimensión fractal de la porosidad abierta en el intervalo de a lo sumo 2,9 (es decir, $\leq 2,9$), en particular a lo sumo 2,89, preferiblemente a lo sumo 2,85, de preferencia a lo sumo 2,82, de manera particularmente preferida a lo sumo 2,8, de manera muy particularmente preferida a lo sumo 2,75, más preferiblemente a lo sumo

2,7. En particular, el carbón activo empleado de acuerdo con la invención debería presentar una dimensión fractal de la porosidad abierta en el intervalo de 2,2 a 2,9, en particular de 2,2 a 2,89, preferiblemente de 2,25 a 2,85, de preferencia de 2,3 a 2,82, de manera particularmente preferida de 2,35 a 2,8, de manera muy particularmente preferida de 2,4 a 2,75, más preferiblemente de 2,45 a 2,7.

5 Para particularidades más amplias para la determinación de la dimensión fractal del carbón activo empleado de acuerdo con la invención, puede remitirse a los documentos de patente DE 102 54 241 A1, WO 2004/046033 A1, EP 1 562 855 B1, así como al documento US 2006/148645 A1 perteneciente a la misma familia de patentes, en particular al Ejemplo de realización 4 indicado en los documentos de patente respectivos. Como se ha indicado anteriormente, las dimensiones fractales antes mencionadas conducen a propiedades adicionalmente mejoradas o bien a una resistencia mejorada frente a un crecimiento con gérmenes o bien microorganismos.

10 La dimensión fractal del carbón activo empleado de acuerdo con la invención puede determinarse, en particular, de acuerdo con el método según Frenke-Halsey-Hill (Método FHH). Para ello, se puede remitir, por ejemplo, a P. Pfeiffer, Y.J. Wu, M.W. Cole y J. Kim, *Phys. Rev. Lett.*, 62, 1997 (1989) y a A.V. Neimark, *Ads. Sci. Tech.*, 7, 210 (1991), así como a P. Pfeiffer, J. Kennter y M.W. Cole, *Fundamentals of Adsorption* (Editado por A.B. Mersmann y S.E. Sholl), *Engineering Foundation, Nueva York*, 689 (1991).

15 De acuerdo con una forma de realización particularmente preferida, puede estar previsto, además, que el carbón activo empleado de acuerdo con la invención presente un contenido en cenizas de a lo sumo 1% en peso, en particular de a lo sumo 0,95% en peso, preferiblemente de a lo sumo 0,9% en peso, de preferencia de a lo sumo 0,8% en peso, de manera particularmente preferida de a lo sumo 0,7% en peso, de manera muy particularmente preferida de a lo sumo 0,5% en peso, más preferiblemente de a lo sumo 0,3% en peso, todavía más preferiblemente de a lo sumo 0,2% en peso, determinado conforme a la norma ASTM D2866-94/04 y referido al carbón activo. En particular, el carbón activo debería presentar a este respecto un contenido en cenizas en el intervalo de 0,005% en peso a 1% en peso, en particular de 0,01% en peso a 0,95% en peso, preferiblemente de 0,02% en peso a 0,9% en peso, de preferencia de 0,03% en peso a 0,8% en peso, de manera particularmente preferida de 0,04% en peso a 0,7% en peso, de manera muy particularmente preferida de 0,06% en peso a 0,5% en peso, más preferiblemente de 0,08% en peso a 0,3% en peso, todavía más preferiblemente de 0,1% en peso a 0,2% en peso, determinado conforme a la norma ASTM D2866-94/04 y referido al carbón activo.

20 Dado que la solicitante ha encontrado a este respecto, igualmente de forma totalmente sorprendente, que un contenido en cenizas reducido continúa reduciendo de igual manera el crecimiento o bien la colonización del carbón activo con microorganismos. Sin desear estar limitado a esta teoría, un contenido reducido en cenizas del carbón activo empleado va acompañado también de una oferta de sustancias nutricias menor, lo cual reduce el crecimiento de microorganismos o bien gérmenes, en particular dado que estos no encuentran condiciones de crecimiento óptimas. El contenido en cenizas se remonta – igualmente sin desear estar limitado a esta teoría – en particular, a aquellos componentes biológico-orgánicos que pueden ser metabolizados por los microorganismos que colonizan el carbón activo.

25 En lo que afecta además de ello al carbón activo empleado de acuerdo con la invención, éste puede obtenerse, por lo general, mediante carbonización y subsiguiente activación de un material de partida sintético y/o no basado en sustancias naturales, en particular a base de polímeros orgánicos. Dado que de este modo pueden proporcionarse carbones activos que cumplen los requisitos definidos de acuerdo con la invención.

30 En el marco de la presente invención se ha manifestado como particularmente ventajoso que, de acuerdo con la invención, se emplee un carbón activo a base de un material de partida muy especial. Así, de acuerdo con una forma de realización particularmente preferida, el carbón activo empleado de acuerdo con la invención se obtiene a partir de un material de partida a base de polímeros orgánicos, en particular a base de polímeros orgánicos sulfonados, preferiblemente a base de poliestireno reticulado con divinilbenceno, preferiblemente a base de copolímeros de estireno/divinilbenceno, en particular mediante carbonización y subsiguiente activación del material de partida.

35 Dado que un carbón activo que se obtiene a base de los materiales de partida antes indicados presenta, por una parte, una porosidad definida, en particular también en relación con la distribución de poros en relación con los microporos, mesoporos y macroporos, así como propiedades de afinidad definidas frente al agua de acuerdo con las realizaciones anteriores. Además, un carbón activo de este tipo presenta una conformación definida con una configuración globular del carbón activo. Otras ventajas principales de un carbón activo de este tipo se han de considerar en que el carbón activo a base de polímeros orgánicos es, en particular medida, capaz de fluir, es resistente al desgaste así como está exento de polvo y es duro, lo cual es particularmente ventajoso para la concepción de acuerdo con la invención, también con el empleo en o bien como filtro de agua.

40 En lo que se refiere al carbón activo empleado de manera particularmente preferida de acuerdo con la invención, que se obtiene mediante carbonización y subsiguiente activación de un material de partida a base de polímeros orgánicos, puede estar previsto que el contenido en divinilbenceno en el material de partida se encuentre en el intervalo de 1% en peso a 20% en peso, en particular de 1% en peso a 15% en peso, preferiblemente de 1,5% en peso a 12,5% en peso, de preferencia 2% en peso a 10% en peso, referido al material de partida.

Además, de acuerdo con la invención puede estar previsto a este respecto que el material de partida sea una resina intercambiadora de iones en particular sulfonada y/o con contenido en grupos ácido sulfónico, en particular del tipo gel.

5 En particular, puede estar previsto de acuerdo con la invención que como carbón activo se emplee un carbón activo esférico (PBSAC: *Polymer-based Spherical Activated Carbon* – *carbón activado esférico basado en polímeros*). En particular, el carbón activo puede ser un carbón activo esférico basado en polímeros (PBSAC).

10 El carbón activo empleado puede obtenerse en este caso básicamente según procedimientos conocidos del estado de la técnica: en particular, para este fin se carbonizan polímeros orgánicos sulfonados globulares, en particular a base de poliestireno reticulado con divinilbenceno y, a continuación, se activan para dar el carbón activo correspondiente, en particular tal como se ha indicado precedentemente. Para particularidades al respecto más amplias puede remitirse, por ejemplo, a los documentos de patente DE 43 28 219 A1, DE 43 04 026 A1, DE 196 00 237 A1, así como al documento EP 1 918 022 A1 o bien al documento US 7.737.038 B2 perteneciente a la misma familia de patentes. Carbones activos que pasan a emplearse en el marco de la presente invención se pueden adquirir, por lo general, en el comercio o bien son usuales en el comercio. En particular, pueden pasar a emplearse 15 carbonos activos que, por ejemplo, son comercializados por Blücher GmbH, Erkrath, Alemania o por AdsorTech GmbH, Premnitz, Alemania.

20 En lo que se refiere al carbón activo utilizado o bien empleado en el marco de la presente invención como tal, se determinan los datos de parámetros precedentemente recogidos en relación con el carbón activo en el que se fundamenta con procedimientos de determinación normalizados o explícitamente indicados o con métodos de determinación en sí habituales para el experto en la materia. En particular, los datos de parámetros referentes a la caracterización de la porosidad, de la distribución del tamaño de poros y de otras propiedades de adsorción resultan, en general, en cada caso a partir de las correspondientes isoterma de sorción de nitrógeno del carbón activo correspondiente o bien de los productos medidos. Además, la distribución de poros, en particular también en 25 relación con el contenido en microporos, en relación con el volumen total de poros, puede determinarse en base a la norma DIN 66135-1.

En el marco de la presente invención se ha manifestado, además, ventajoso que el carbón activo empleado de acuerdo con la invención presente un volumen total de poros ampliamente especializado según Gurvich, tal como se indica más adelante.

30 Así, puede estar previsto que el carbón activo presente un volumen total de poros, en particular un volumen total de poros según Gurvich, en el intervalo de 0,3 cm³/g a 3,8 cm³/g, en particular de 0,4 cm³/g a 3,5 cm³/g, preferiblemente de 0,5 cm³/g a 3 cm³/g, de manera particularmente preferida de 0,6 cm³/g a 2,5 cm³/g, de manera muy particularmente preferida de 0,7 cm³/g a 2 cm³/g.

35 En lo que se refiere a la determinación del volumen total de poros según Gurvich, se trata de un método de medición/determinación en sí bien conocido por el experto en la materia en este sector. En cuanto a particularidades más amplias en relación con la determinación del volumen total de poros según Gurvich se puede remitir, por ejemplo, a L. Gurvich (1915), *J. Phys. Chem. Soc. Russ.* 47, 805, así como a S. Lowell et al., *Characterization of Porous Solids and Powders: Surface Area Pore Size and Density*, Kluwer Academic Publishers, *Article Technology Series*, páginas 111 y siguientes. En particular, el volumen de poros del carbón activo se puede determinar sobre la base de la Regla de Gurvich conforme a la fórmula $V_p = W_a / \rho_i$, en donde W_a representa la cantidad adsorbida de un producto adsorbido en el que se fundamenta y ρ_i representa la densidad del material absorbido empleado (véase también la fórmula (8.20) de acuerdo con la página 111, capítulo 8.4) de S. Lowell et al.). 40

En lo que se refiere además al concepto de acuerdo con la invención de la reducción de la contaminación microbiana del carbón activo en el caso de su empleo en el tratamiento o bien la filtración de un medio fluido, también juega un gran papel la distribución de poros del carbón activo empleado de acuerdo con la invención,

45 Así, a este respecto, puede estar previsto que al menos 65%, en particular al menos 70%, de preferencia al menos 75%, preferiblemente al menos 80% del volumen total de poros según Gurvich del carbón activo esté formado por poros con diámetros de poros de a lo sumo 50 nm, en particular mediante microporos y/o mesoporos.

50 En particular, puede estar previsto de acuerdo con la invención que 65% a 85%, preferiblemente 70% a 80% del volumen total de poros según Gurvich del carbón activo esté formado por poros con diámetros de poros de a lo sumo 50 nm, en particular mediante microporos y/o mesoporos.

Además, de acuerdo con la invención es ventajoso que 5% a 80%, en particular 10% a 70%, preferiblemente 20% a 60% del volumen total de poros según Gurvich del carbón activo esté formado por poros con diámetros de poros en el intervalo de 2 nm a 50 nm, en particular por mesoporos.

55 Igualmente, puede estar previsto de acuerdo con la invención que 1% a 60%, en particular 5% a 40%, preferiblemente 10% a 35%, de preferencia 15% a 33% del volumen total de poros según Gurvich del carbón activo esté formado por poros con diámetros de poros de más de 2 nm, en particular por mesoporos y/o macroporos.

- En particular, el carbón activo puede presentar un volumen de poros formado por poros con diámetros de poros de a lo sumo 2 nm (es decir, ≤ 2 nm), en particular un volumen de microporos según Carbon Black, en el intervalo de 0,05 cm³/g a 2,1 cm³/g, en particular de 0,15 cm³/g a 1,8 cm³/g, preferiblemente de 0,3 cm³/g a 1,4 cm³/g, de manera particularmente preferida de 0,5 cm³/g a 1,2 cm³/g, de manera muy particularmente preferida de 0,6 cm³/g a 1,1 cm³/g. A este respecto, 15% a 98%, en particular 25% a 95%, preferiblemente 35% a 90% del volumen total de poros del carbón activo puede estar formado por poros con diámetros de poros de a lo sumo 2 nm, en particular por microporos.
- El método de determinación según Carbon Black es en sí conocido por el experto en la materia, pudiéndose remitir, además, para particularidades más amplias para la determinación de la superficie de los poros y del volumen de poros según Carbon Black, por ejemplo, a *R. W. Magee, Evaluation of the External Surface Area of Carbon Black by Nitrogen Adsorption, Presentado en la Convención de la División de Caucho de la American Chem. Soc., octubre de 1994*, p. ej., referenciado en: *Quantachrome Instruments, AUTOSORB-1, AS1 WinVersion 1.50, Operating Manual, OM, 05061, Quantachrome Instruments 2004, Florida, EE.UU. Páginas 71 y siguientes*. En particular, la evaluación respectiva puede tener lugar mediante el método *t-plot*.
- Sin desear estar limitado a esta teoría, el ajuste de una distribución del tamaño de poros del carbón empleado de acuerdo con la invención en el caso de aplicación conduce a una reducción adicional de la contaminación microbiana, en particular en la medida en que, en virtud de los tamaños especiales de poros, los microorganismos no pueden penetrar en el sistema de poros del carbón activo. Además, el comportamiento de adsorción del carbón activo a base de la distribución del tamaño de poros ajustada está adicionalmente mejorado.
- En lo que se refiere, además, al carbón activo empleado de acuerdo con la invención, éste debería presentar una superficie específica según BET en el intervalo de 600 m²/g a 4.000 m²/g, en particular de 800 m²/g a 3.500 m²/g, preferiblemente de 1.000 m²/g a 3.000 m²/g, de manera particularmente preferida de 1.200 m²/g a 2.750 m²/g, de manera muy particularmente preferida de 1.300 m²/g a 2.500 m²/g, más preferiblemente de 1.400 m²/g a 2.250 m²/g.
- Además, el carbón activo puede presentar una superficie formada por poros con diámetros de poro de a lo sumo 2 nm, en particular por microporos, en el intervalo de 400 a 3.500 m²/g, en particular de 500 a 3.000 m²/g, preferiblemente de 700 a 2.500 m²/g, de preferencia de 700 a 2.000 m²/g.
- De igual manera, el carbón activo puede presentar una superficie formada por poros con diámetros de poros en el intervalo de 2 nm a 50 nm, en particular por mesoporos en el intervalo de 200 a 2.000 m²/g, en particular de 300 a 1900 m²/g, preferiblemente de 400 a 1.800 m²/g, de preferencia de 500 a 1.700 m²/g.
- La determinación de la superficie específica según BET es básicamente conocida como tal por el experto en la materia, de modo que al respecto no necesitan proporcionarse particularidades más amplias. Todos los datos de la superficie según BET se refieren a la determinación conforme a la norma ASTM D6556-04. En el marco de la presente invención, para la determinación de la superficie según BET – en general y en la medida en que no se indique expresamente lo contrario – se aplica el denominado método de determinación BET multi-puntos (MP-BET) en un intervalo de presiones parciales p/p_0 de 0,05 a 0,1.
- Para particularidades más amplias con respecto a la determinación de la superficie según BET o bien con respecto al método BET puede remitirse a la norma ASTM D6556-04 antes mencionada, así como al Diccionario de Química de Römpf, 10^a edición, editorial Georg Thieme, Stuttgart/Nueva York, palabra clave: “Método BET”, incluida la bibliografía allí referenciada, y a Winnacker-Küchler (3^a edición), tomo 7, páginas 93 y siguientes, así como a Z. Anal. Chem. 238, páginas 187 a 193 (1968).
- En el marco de la presente invención se ha manifestado particularmente ventajoso emplear un carbón activo micro-/meso-poroso o bien un carbón activo mesoporoso. Dado que también sobre esta base puede actuarse en contra de una contaminación microbiana adicional, en particular en relación con la garantía de una capacidad de penetración empeorada de microorganismos en el sistema de poros del carbón activo. Además, un carbón activo de este tipo conduce a un comportamiento de adsorción de nuevo optimizado, en particular también en relación con la garantía de un correspondiente transporte de sustancias en relación con el medio a purificar también dentro del carbón activo. Por consiguiente, la distribución de los poros, es decir, la proporción de micro-/meso- y macro-poros en relación con el volumen total de poros del carbón activo es importante; en particular, la porosidad puede controlarse o bien ajustarse de manera preestablecida mediante la elección de los materiales de partida, así como mediante las condiciones del procedimiento y, por lo tanto, confeccionarse a medida.
- En el marco de la presente invención, el término “microporos” designa aquellos poros con diámetros de poros menores que 2 nm, mientras que, por el contrario, el término “mesoporos” designa poros con diámetros de poros en el intervalo de 2 nm (es decir, 2 nm inclusive) a 50 nm inclusive, y el término “macroporos” designa poros con diámetros de poros mayores que 50 nm (es decir > 50 nm).
- De acuerdo con la invención, el carbón activo puede presentar un diámetro medio de los poros en el intervalo de 0,5 nm a 55 nm, en particular de 0,75 nm a 50 nm, preferiblemente de 1 nm a 45 nm, de preferencia de 1,5 nm a 35 nm, de manera particularmente preferida de 1,75 nm a 25 nm, de manera muy particularmente preferida de 2 nm a 15 nm, más preferiblemente de 2,5 nm a 10 nm, todavía más preferiblemente de 2,75 nm a 5 nm.

El diámetro medio de poros puede determinarse a partir del cociente de cuatro veces el volumen de un líquido (adsorbato) recogido o bien adsorbido por el carbón activo en el caso de poros totalmente llenos (V_{total}), por una parte y la superficie según BET (BET) por otra (diámetro de los poros $d = 4 \cdot V_{total} / BET$). A este respecto, puede remitirse a las correspondientes explicaciones de acuerdo con *R.W. Magee* (loc. cit.), en particular a la representación de la fórmula (15) en la página 71 de la cita bibliográfica en cuestión.

Además, de acuerdo con la invención puede estar previsto que el carbón activo presente un tamaño de partícula, en particular un diámetro de partículas en el intervalo de 0,01 mm a 2,5 mm, en particular de 0,02 mm a 2 mm, preferiblemente de 0,05 mm a 1,5 mm, de preferencia de 0,1 mm a 1,25 mm, de manera particularmente preferida de 0,15 mm a 1 mm, de manera muy particularmente preferida de 0,2 mm a 0,8 mm. A este respecto, en particular, al menos 70% en peso, en particular al menos 80% en peso, preferiblemente al menos 85% en peso, de preferencia al menos 90% en peso de las partículas de carbón activo, de manera particularmente preferida al menos 95% en peso de las partículas de carbón activo, en particular corpúsculos individuales de carbón activo, presentan tamaños de partículas, en particular diámetros de las partículas en los intervalos antes mencionados.

Además, el carbón activo puede presentar un tamaño medio de partículas (D50), en particular un tamaño medio de partículas (D50) en el intervalo de 0,1 mm a 1,2 mm, en particular de 0,15 mm a 1 mm, preferiblemente de 0,2 mm a 0,9 mm, preferiblemente de 0,25 mm a 0,8 mm, de manera particularmente preferida de 0,3 mm a 0,6 mm.

Los tamaños o bien diámetros de partículas correspondientes pueden determinarse, en particular, en base al método según la norma ASTM D2862-97/04. Además, los tamaños antes mencionados pueden determinarse con métodos de determinación a base de un análisis de tamizado, a base de difracción de rayos X, difracción láser o similares. Los métodos de determinación respectivos son bien conocidos como tales por el experto en la materia, de modo que al respecto no requieren de explicaciones adicionales.

El carbón activo empleado de acuerdo con la invención puede presentar una densidad aparente compactada y en estado apisonado en el intervalo de 150 g/l a 1.800 g/l, en particular de 175 g/l a 1.400 g/l, preferiblemente de 200 g/l a 900 g/l, preferiblemente de 250 g/l a 800 g/l, de manera particularmente preferida de 300 g/l a 750 g/l, de manera muy particularmente preferida de 350 g/l a 700 g/l. La densidad aparente compactada o bien en estado apisonado puede determinarse de acuerdo con la norma DIN 53194.

En lo que se refiere además al carbón activo, éste puede presentar una densidad aparente (*bulk density*) en el intervalo de 200 g/l a 1.100 g/l, en particular de 300 g/l a 800 g/l, preferiblemente de 350 g/l a 650 g/l, preferiblemente de 400 g/l a 595 g/l. La densidad aparente puede determinarse, en particular, de acuerdo con la norma ASTM D527-93/00.

Además, el carbón activo puede presentar una resistencia a la abrasión (*ball pan hardness*) o bien dureza a la abrasión de al menos 92%, en particular de al menos 96%, preferiblemente de al menos 97%, de preferencia de al menos 98%, de manera particularmente preferida de al menos 98,5%, más preferiblemente de al menos 99%, todavía más preferiblemente de al menos 99,5%. Por consiguiente, el carbón activo empleado de acuerdo con la invención se distingue además, por extraordinarias propiedades mecánicas, lo cual se exterioriza también en la elevada resistencia a la abrasión. La elevada resistencia mecánica del carbón activo empleado de acuerdo con la invención conduce en el marco de la aplicación en todo caso a abrasiones menores, lo cual es particularmente ventajoso en relación con el tiempo de empleo o bien la vida útil, así como para evitar la formación de lodo mediante abrasión o similar, en particular en el caso de sistemas de filtración para el tratamiento de agua. La resistencia a la abrasión puede determinarse, en general, conforme a la norma ASTM D3802-05.

La elevada estabilidad mecánica precedentemente indicada del carbón activo empleado de acuerdo con la invención se exterioriza también en una elevada resistencia a la presión o bien al estallido (capacidad de carga de peso por grano de carbón activo). A este respecto, el carbón activo puede presentar una resistencia a la presión o bien al estallido (capacidad de carga de peso) por grano de carbón activo, en particular por bolita de carbón activo, de al menos 5 Newton, en particular de al menos 10 Newton, preferiblemente de al menos 15 Newton, de manera particularmente preferida de al menos 20 Newton. En particular, el carbón activo puede presentar una resistencia a la presión y/o al estallido (capacidad de carga de peso) por grano de carbón activo, en particular por bolita de carbón activo, en el intervalo de 5 a 50 Newton, en particular de 10 a 45 Newton, preferiblemente de 15 a 40 Newton.

La determinación de la resistencia a la presión o bien al estallido puede tener lugar de una manera en sí conocida por el experto en la materia, en particular con ayuda de la determinación de la resistencia a la presión o bien al estallido en partículas o bien corpúsculos individuales a través de la acción de la fuerza mediante un troquel hasta el estallido de la partícula o bien corpúsculo respectivo.

El carbón activo empleado de acuerdo con la invención como tal (es decir, el carbón activo en estado de partida o bien en forma del material de partida empleado para la finalidad de acuerdo con la invención) debería disponer, además, de un contenido en agua o bien contenido en humedad definido: así, el carbón activo puede presentar un contenido en agua y/o un contenido en humedad en el intervalo de 0,05% en peso a 3% en peso, en particular de 0,1% en peso a 2% en peso, preferiblemente de 0,15% en peso a 1,5% en peso, preferiblemente de 0,175% en

peso a 1% en peso, de manera particularmente preferida de 0,2% en peso a 0,75% en peso, referido al carbón activo. La determinación respectiva tiene lugar, en particular, de acuerdo con la norma ASTM D2862-97/04.

5 Además, al grado de humectación (determinado bajo parámetros o bien particularidades definidas tal como se indica en lo que sigue) del carbón activo empleado de acuerdo con la invención, en particular al grado de humectación con agua se le otorga una gran importancia en relación con la reducción del crecimiento de microorganismos en el caso de aplicación del carbón activo: así, de acuerdo con la invención, se ha manifestado ventajoso que el carbón activo empleado de acuerdo con la invención presente un grado de humectación, en particular un grado de humectación con agua, de al menos 35%, en particular de al menos 40%, preferiblemente de al menos 45%, de preferencia de al menos 50%, de manera particularmente preferida de al menos 55%. Además, el carbón activo puede presentar un grado de humectación, en particular un grado de humectación con agua, en el intervalo de 35% a 90%, en particular de 40% a 85%, preferiblemente de 45% a 80%, de preferencia de 50% a 80%, de manera particularmente preferida de 55% a 75%. Para realizaciones adicionales para la determinación del grado de humectación o bien del grado de humectación con agua puede remitirse al Ejemplo de realización 1 indicado más adelante.

15 Además, el carbón activo debería presentar un índice de yodo de al menos 1.100 mg/g, en particular de al menos 1.200 mg/g, preferiblemente de al menos 1.300 mg/g. En particular, el carbón activo debería presentar un índice de yodo en el intervalo de 1.100 a 2.000 mg/g, en particular de 1.200 a 1.800 mg/g, preferiblemente de 1.300 a 1.600 mg/g. El índice de yodo se determina, en particular, de acuerdo con la norma ASTM D4607-94/99.

20 Además, el carbón activo empleado de acuerdo con la invención puede presentar una adsorción de butano de al menos 25%, en particular de al menos 30%, preferiblemente de al menos 40%. En particular, el carbón activo puede presentar una adsorción de butano en el intervalo de 25 a 80%, en particular de 30 a 70%, preferiblemente de 35 a 65%. La adsorción de butano puede determinarse, en particular, de acuerdo con la norma ASTM D5742-95/00.

25 En lo que afecta como tal a la unidad de filtro adsorbente proporcionada, ésta presenta preferiblemente una pluralidad de partículas de carbón activo globulares que – como se expone todavía más adelante – pueden presentarse en forma de un material a granel suelto o bien fijado a un soporte en la unidad de filtro adsorbente según la invención.

30 En lo que afecta además de ello a la unidad de filtro, puede estar previsto de acuerdo con la invención que la unidad de filtro según la invención presente al menos un soporte. En este caso, puede estar previsto, de acuerdo con la invención, que el material de adsorción en partículas en forma del carbón activo globular sea autoportante o bien se presente en forma de un material a granel particularmente suelto. En este caso, se prefiere de acuerdo con la invención que el soporte esté configurado en forma de una carcasa o bien de un alojamiento, en particular para alojar el carbón activo. Para ello, la carcasa debería estar configurada al menos esencialmente impermeable a los líquidos, en particular impermeable al agua y/o impermeable a los gases, en particular impermeable al aire y/o disponer de correspondientes dispositivos de entrada y/o salida para el medio fluido a purificar.

35 Conforme a la invención, de acuerdo con una forma de realización alternativa, puede estar previsto, sin embargo, también que el material de adsorción en partículas en forma del carbón activo globular esté aplicado o bien fijado sobre el soporte o bien se presente en forma de un lecho fijo. A este respecto, el soporte puede presentar, por ejemplo, una estructura tridimensional, por ejemplo en forma de un material esponjado preferiblemente de poros abiertos, de manera particularmente preferida una espuma de poliuretano. De igual manera, el soporte puede presentar, sin embargo, también una estructura bidimensional o plana. En particular, el soporte puede estar configurado como preferiblemente una estructura plana textil.

40 Para el caso de que el carbón activo esté aplicado o bien fijado sobre el soporte, éste debería estar configurado de manera permeable a los líquidos, en particular permeable al agua o bien permeable a los gases, en particular permeable al aire, en especial con el fin de garantizar un buen flujo de la unidad de filtro y una puesta en contacto óptima del carbón activo con el medio a purificar.

45 En particular, el soporte o bien el material que configura el soporte, en particular para el caso de que el elemento de filtro según la invención se emplee como filtro de gas o bien de aire, debería presentar una permeabilidad al gas, en particular una permeabilidad al aire de al menos $10 \text{ l}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, en particular de al menos $30 \text{ l}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, de preferencia de al menos $50 \text{ l}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, de manera particularmente preferida de al menos $100 \text{ l}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, de manera muy particularmente preferida de al menos $500 \text{ l}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, o bien una permeabilidad a los gases, en particular una permeabilidad al aire de hasta $10.000 \text{ l}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, en particular de hasta $20.000 \text{ l}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, en el caso de una resistencia de flujo de 127 Pa. En caso de unidades o bien sistemas de filtro para la purificación de medios fluidos (en particular en forma de líquidos tal como agua) deberían presentarse correspondientes permeabilidades para el medio fluido, en particular para el agua con el fin de posibilitar rendimientos (de agua) correspondientes.

55 Además, el soporte, en particular en el caso de filtros de gas o bien de aire, puede estar configurado como una estructura plana textil, preferiblemente un material textil permeable al aire, de preferencia un tejido de telar, tejido de punto, cañamazo o material compuesto textil, en particular velo (material no tejido). A este respecto, el soporte o bien el material de soporte puede presentar un peso por unidad de superficie de 5 a 1.000 g/m^2 , en particular de 10 a 500 g/m^2 , preferiblemente de 25 a 450 g/m^2 . En particular, el soporte puede ser una estructura plana textil que

contiene o que se compone de fibras naturales y/o fibras sintéticas (fibras químicas). En particular, en este caso, las fibras naturales se pueden elegir del grupo de fibras de lana y fibras de algodón (CO). Además, a este respecto, las fibras sintéticas se pueden elegir del grupo de poliésteres (PES); poliolefinas, en particular polietileno (PE) y/o polipropileno (PP); poli(cloruros de vinilo) (CLF); poli(cloruros de vinilideno) (CLF); acetatos (CA); triacetatos (CTA); poliacrílo (PAN); poliamidas (PA), en particular poliamidas aromáticas, preferiblemente ignífugas, poli(alcoholes vinílicos) (PVAL); poliuretanos; poli(ésteres vinílicos); (met)acrilatos; ácidos polilácticos (PLA); carbón activo; así como sus mezclas.

En particular, también conforme a esta forma de realización de acuerdo con la invención, puede estar previsto que el material de adsorción en partículas esté fijado en o bien sobre el soporte en forma del carbón activo globular. Esto puede tener lugar, en particular, mediante pegado, por ejemplo mediante un pegamento, o como consecuencia de una pegajosidad propia o adhesión propia.

Para el caso de que el material de carbón activo esté fijado en o sobre el soporte, puede estar previsto de acuerdo con la invención que la unidad de filtro según la invención presente además un alojamiento. En este caso, el alojamiento puede estar previsto, en particular, para el caso según el cual el material de adsorción en partículas en forma del carbón activo globular esté aplicado o bien fijado en o bien sobre el soporte o bien se emplee en forma de un lecho fijo utilizando el soporte. A este respecto, el alojamiento funciona, por así decirlo, como una limitación externa de la unidad de filtro de acuerdo con la invención, así como para el alojamiento de soporte y material de adsorción. En este caso, el alojamiento debería estar configurado de manera impermeable a los líquidos, en particular impermeable al agua, y/o impermeable a los gases o bien impermeable al aire. En general, el alojamiento puede presentar correspondientes dispositivos de entrada y/o salida para la entrega o bien descarga del medio fluido a purificar o bien del medio fluido purificado, tal como agua o aire.

En virtud de los extraordinarios tiempos de empleo o bien de vida útil con una eficiencia de filtración simultáneamente elevada, la unidad de filtro adsorbente se adecua para numerosos usos en el sector del procesamiento de gases o bien líquidos. En particular, el elemento de filtro adsorbente, en virtud del ataque biológico reducido de manera permanente con respecto al estado de la técnica, puede ser considerado también para aquellas aplicaciones en las que es necesario un procesamiento o bien una filtración muy pura de un medio en el que se fundamenta, por ejemplo en el marco del procesamiento de agua potable o bien en la provisión de agua ultra-pura o atmósferas de salas limpias. Dado que en virtud del ataque biológico significativamente reducido se entregan también de manera correspondiente menos gérmenes al medio a purificar, de modo que mediante el uso de la unidad de filtro también se pueden proporcionar medios microbiológicamente muy puros en el marco de la presente invención, y esto también después de grandes tiempos de empleo o bien vidas útiles de la unidad de filtro.

En lo que afecta además a la unidad de filtro, ésta puede estar configurada de manera no limitante en forma de filtros de columnas o bien platos, en particular para la purificación de medios fluidos tales como agua. De igual manera, la unidad de filtro de acuerdo con la invención puede estar configurada como un filtro de aire, por ejemplo para máscaras protectoras ABC, campanas extractoras o similares.

En lo que sigue, se explica con mayor detalle la presente invención con ayuda de dibujos o representaciones de figuras que representan ejemplos de realización o bien formas de realización preferidos, en particular también en comparación con correspondientes realizaciones (comparativas) no de acuerdo con la invención.

En relación con la explicación de estos ejemplos de realización preferidos de la presente invención que, sin embargo, no son limitantes de modo alguno en relación con la presente invención, se indican también ventajas, propiedades, aspectos y características adicionales de la presente invención.

En las representaciones de las figuras, muestran:

la Fig. 1, una representación gráfica del comportamiento de adsorción de vapor de agua o bien de las correspondientes isothermas de vapor de agua o bien de adsorción de un carbón activo empleado de acuerdo con la invención (triángulos rellenos), por una parte, así como de un carbón comparativo (cuadrados rellenos), por otra parte;

en el caso del carbón activo en el que se fundamenta la Fig. 1, se trata de un carbón activo basado en polímeros esféricos (PBSAC) con una superficie según BET de $1.671 \text{ m}^2/\text{g}$ y un volumen total de poros, en particular un volumen total de poros según Gurvich de $0,9071 \text{ cm}^3/\text{g}$, con una proporción de poros con un diámetro de poros de hasta 50 nm de al menos 60% ; además, el carbón activo utilizado de acuerdo con la invención presenta un contenido en cenizas de $0,5\%$ en peso, un grado de humectación de 50% , así como una dimensión fractal de la porosidad abierta de aproximadamente $2,88$; como carbón comparativo se emplea una hulla esquistosa basada en cáscaras de coco que presenta una superficie según BET de $1.087 \text{ m}^2/\text{g}$ y un volumen total de poros, en particular un volumen total de poros según Gurvich, de $0,6136 \text{ cm}^3/\text{g}$; además de ello, la proporción de poros con un diámetro de poros de hasta 50 nm es claramente menor que 60% , y los carbones comparativos correspondientes presentan un contenido en cenizas de $1,6\%$ en peso,

así como un grado de humectación de 30%; además, la hulla esquistosa presenta una dimensión fractal de la porosidad abierta de aproximadamente 2,95;

la Fig. 1 ilustra que el carbón activo (PBSAC) adsorbe en total una mayor cantidad o bien un mayor volumen de agua y que el carbón activo empleado de acuerdo con la invención es, en comparación con la hulla esquistosa, menos hidrofílico o bien, en comparación con la hulla esquistosa, es hidrofóbico, dado que en el caso de bajos valores de p/p_0 para el carbón activo empleado de acuerdo con la invención en comparación con la hulla esquistosa se absorben cantidades menores de agua; tal como se ha indicado precedentemente, el carbón activo empleado de acuerdo con la invención presenta propiedades significativamente mejoradas en relación con la reducción de un ataque biológico o bien de una contaminación biológica en el caso de utilizarlo como material de filtro para medios fluidos;

la Fig. 2A, una fotografía de microscopía electrónica de barrido (fotografía REM; vista sobre una partícula de carbón activo) de un carbón activo esférico (PBSAC) empleado de acuerdo con la invención; la figura muestra la conformación globular con la superficie lisa del carbón activo empleado de acuerdo con la invención;

la Fig. 2B, una representación esquemática de un carbón activo empleado de acuerdo con la invención (representación esquemática de la Fig. 2A) para ilustrar la conformación globular con la superficie lisa del carbón activo empleado de acuerdo con la invención;

la Fig. 3A, una fotografía de microscopía electrónica de barrido (fotografía REM; vista sobre una partícula de carbón activo) de un carbón activo empleado no en el marco de la presente invención (hulla esquistosa a base de cáscaras de coco); la figura muestra la conformación irregular o bien en forma de esquisto con la superficie áspera del correspondiente carbón comparativo;

la Fig. 3B, una representación esquemática de un carbón activo no empleado en el marco de la presente invención (representación esquemática de la Fig. 3A) para ilustrar la conformación irregular en forma de esquisto; la representación ilustra la conformación irregular con la elevada aspereza de la superficie del correspondiente carbón comparativo;

la Fig. 4, una representación gráfica en forma de un histograma de resultados de ensayo conforme al Ejemplo de realización 2.) (véanse las siguientes explicaciones con respecto al Ejemplo de realización 2.); las barras ilustran el ataque o bien la colonización del carbón activo respectivo al cabo de 24 horas (24 h) o bien al cabo de una semana (1 w) para un carbón comparativo en forma de una hulla esquistosa a base de cáscaras de coco (barras no rayadas), por una parte y para un carbón activo (PBSAC) globular empleado de acuerdo con la invención (barras rayadas), por otra parte (véanse también las explicaciones de la Fig. 1, así como el Ejemplo de realización 2.); el eje y muestra las señales de microorganismos o bien de bacterias medidas y el eje x indica las duraciones respectivas del ensayo; la representación gráfica ilustra el ataque microbiológico significativamente menor o bien la contaminación microbiana significativamente menor de los carbones activos empleados de acuerdo con la invención frente al carbón comparativo correspondiente.

Como ya se ha indicado anteriormente, en el marco de la presente invención se ha conseguido por vez primera proporcionar un concepto sobre cuya base resulta, mediante el uso deliberado y preestablecido de un carbón activo muy especial, tal como se define precedentemente, para correspondientes unidades o bien elementos de filtro, un ataque biológico significativamente reducido o bien una contaminación biológica menor en el marco del empleo de las unidades de filtro para fines de filtración.

También, por lo tanto, la unidad de filtro proporcionada se adecua para numerosos usos en relación con el tratamiento o bien la purificación de un medio fluido.

Otro objeto de la presente divulgación son, por consiguiente, también los usos de acuerdo con la invención de la unidad de filtro según la invención.

Así, la unidad de filtro puede utilizarse para el tratamiento o bien la purificación de un medio fluido, preferiblemente agua, preferiblemente agua residual o agua potable, en particular para la separación adsorbente de impurezas de base inorgánica u orgánica, en particular orgánica, a partir del medio fluido.

A este respecto, la unidad de filtro se adecua particularmente para uso en el marco de la purificación o bien del procesamiento de aguas residuales. Además, la unidad de filtro de acuerdo con la invención se adecua también para proporcionar o bien purificar agua potable.

De igual manera, la unidad de filtro se adecua también para la purificación de gases o bien para el procesamiento de gases.

En particular, la unidad de filtro se adecua para uso en el marco de la separación de sustancias nocivas, en particular, sustancias nocivas gaseosas o de sustancias o gases nocivos para el medio ambiente, nocivos para la salud o tóxicos.

5 Finalmente, la unidad de filtro se adecua también para uso para el procesamiento y/o la provisión de atmósferas de salas limpias, en particular para la industria electrónica, en particular para la fabricación de semiconductores o chips.

En general, la unidad de filtro se adecua para todas las aplicaciones en fase gaseosa o en fase líquida, siendo posible a este respecto, en especial, también una adsorción de compuestos persistentes de aguas superficiales. Como ya se ha indicado precedentemente, la unidad de filtro se adecua también para el procesamiento de agua potable, en la que filtros de carbón activo se emplean, en general, antes de una etapa de desinfección a llevar a cabo eventualmente. En virtud del ataque biológico solo escaso también después de grandes tiempos de empleo del material de adsorción empleado, resulta una contaminación claramente menor del medio a purificar.

También, por lo tanto, la unidad de filtro se adecua para uso en el procesamiento de agua ultra-pura.

15 Tal como se ha indicado precedentemente, la unidad de filtro se adecua también para la aplicación en la fase gaseosa y, en particular, para la purificación de corrientes de aire (húmedas), surtiendo efecto también un ataque por bacterias en todo caso muy bajo del carbón activo que sirve de base y siendo ventajoso que el aire húmedo sea filtrado a través del filtro de carbón activo en el que se fundamenta. Como se ha indicado precedentemente, un empleo al respecto en forma de filtros de aire, en particular para salas limpias, filtros respiratorios o bien en forma de sistemas de filtración, por ejemplo para campanas extractoras.

20 De acuerdo con la invención, por consiguiente, en conjunto se ajusta al empleo de un carbón activo globular especial que, en particular, está presente en forma de un carbón activo esférico basado en polímeros. Carbones activos de este tipo presentan en correspondientes experimentos de flujo en comparación con hullas esquistosas habituales un ataque extremadamente menor de microorganismos o bien bacterias. El ataque significativamente reducido por bacterias en la fase acuosa puede atribuirse en este caso también a la superficie muy lisa o bien a la escasa aspereza de la superficie del carbón activo esférico, lo cual reduce o bien dificulta de manera correspondiente el crecimiento bacteriano o bien el ataque microbiológico.

Otras ejecuciones, alteraciones, variaciones, modificaciones, particularidades y ventajas de la presente invención se pueden reconocer y realizar sin más para el experto en la materia al leer la descripción, sin que con ello abandone el marco de la presente invención.

30 La presente invención se explica con ayuda de los siguientes ejemplos de realización, que no han de limitar sin embargo de modo alguno la presente invención.

Ejemplos de realización:

1. Determinación de la humectación o bien del grado de humectación de los carbones activos empleados de acuerdo con la invención

35 La velocidad de la adsorción de agua mediante adsorbentes tales como carbón activo, así como la correspondiente capacidad hasta la humectación externa juegan un gran papel en relación con el concepto de acuerdo con la invención de la provisión de unidades de filtro bajo condiciones de empleo o bien de aplicación con un escaso ataque biológico o bien una contaminación biológica baja del material de adsorción en el que se fundamenta.

40 Con el método descrito pueden determinarse tanto la velocidad de adsorción de agua como aquella cantidad de adsorción de agua hasta que los adsorbentes son humectados externamente. El principio de examen en el que se fundamenta se ha de considerar en este caso en que los materiales de adsorción a examinar son mezclados en cada caso en un matraz Erlenmeyer bajo agitación constante en porciones con agua hasta que estos muestren una humectación externa incipiente. La humectación externa o bien exterior es inducida debido a que material de carbón activo humedecido o bien húmedo permanece adherido en la pared del matraz Erlenmeyer después de realizada la agitación.

45 En especial, la determinación del grado de humectación tiene lugar de manera que en un matraz Erlenmeyer se pesan 10 g del carbón activo a examinar y seguidamente se mezclan con 2 g de agua destilada utilizando una pipeta de goteo. El matraz Erlenmeyer se cierra a continuación y se agita hasta que los adsorbentes o bien el material de carbón activo esté superficialmente seco.

50 Seguidamente se añade en pasos de 0,5 g la cantidad de agua necesaria para la humectación exterior incipiente. Después de cada adición, el matraz Erlenmeyer se agita durante aproximadamente 3 minutos. El material de carbón activo eventualmente adherido o bien pegado en la pared del matraz Erlenmeyer no se elimina ni se raspa en este caso. La adición de agua necesaria para la humectación del carbón activo finaliza cuando después de la agitación del matraz Erlenmeyer durante un espacio de tiempo de 3 minutos permanecen adheridas o bien pegadas partículas de carbón activo correspondientes en la pared del matraz. El grado de humectación puede determinarse en este caso con ayuda de la siguiente fórmula:

55

$$\text{Humectación [\%]} = \text{cantidad añadida de H}_2\text{O [g]} / 10 \text{ [g]} (\text{cantidad de material de carbón activo}) \cdot 100$$

En este contexto, se examina un carbón activo (PBSAC) empleado de acuerdo con la invención tal como se describe en la Fig. 1. Resulta un grado de humectación correspondiente de 50%.

5 Como comparación se examina, además, una hulla esquistosa a base de cáscaras de coco (véanse las explicaciones con respecto a la Fig. 1). Para la correspondiente hulla esquistosa se determinó un grado de humectación de únicamente 30%.

2. Examen del ataque microbiológico de carbones activos

10 a) Los carbones activos indicados en el Ejemplo de realización 1, a saber el carbón activo (PBSAC) globular, empleado de acuerdo con la invención (carbón activo A), por una parte, y la hulla esquistosa basada en cáscaras de coco (carbón activo B), por otra parte, se examinan en relación con su ataque biológico o bien su contaminación microbiana utilizando agua de río con ayuda de experimentos en columna.

En este caso, el agua de río empleada presenta de forma natural una población definida de microorganismos que puede conducir a una colonización o bien contaminación microbiana del carbón activo.

15 Los carbones activos a examinar se introducen en cada caso con un volumen de 40 ml en cuerpos de inyección de material sintético (50 ml) y se cargan con el agua de río a través de una bomba peristáltica de múltiples canales. Para cada una de las series de examen se emplean en cada caso 4 columnas. La toma de muestras tiene lugar después de transcurridas 24 horas, así como después de transcurrida una semana. En este caso, con una espátula se retira en cada caso una muestra de la superficie de la columna.

20 Las muestras correspondientes se examinan utilizando una “*Confocal Laser Scanning Microscopy*” (CLSM – microscopía de barrido por láser confocal). Para ello, las partículas de carbón activo respectivas se tiñen en una cámara con cristal protector con un fluorocromo específico para ácidos nucleicos (*SybrGreen*). Las cámaras con cristal protector se cierran con un cristal protector y se examinan con ayuda de la CLSM.

25 De cada una de las muestras se investigan al microscopio en el momento respectivo 15 partículas. En este caso, junto a la fluorescencia de los microorganismos se registra también la reflexión de las partículas como señal de fondo. Las señales de los microorganismos se cuantifican a continuación y se promedian. Los resultados se representan como la denominada *Proyección de Intensidad Máxima* (MIP). Los resultados se representan gráficamente en un diagrama de barras (véase la Fig. 4);

30 la Figura 4 muestra en conjunto la cuantificación de las contaminaciones determinadas mediante carbón activo *Microscopía de Barrido por Láser Confocal* (CLSM) de los respectivos carbones activos con microorganismos con ayuda de las señales de medición detectadas respectivas. En el caso de la hulla esquistosa B examinada se puede reconocer en este caso un claro ataque con microorganismos ya después de un tiempo de examen de 24 horas, mientras que en el caso del carbón activo A (PBSAC) empleado de acuerdo con la invención solo se puede reconocer un escaso ataque con microorganismos. Esto es válido de manera correspondiente para el grado de contaminación y un tiempo de ensayo de una semana.

35 Como resultado se puede establecer, por consiguiente, que en relación con la hulla esquistosa conforme al carbón activo B ya después de 24 horas está presente un claro ataque o bien un crecimiento con microorganismos, el cual es reforzado de nuevo después de una semana. La contaminación biológica correspondiente del carbón activo A empleado de acuerdo con la invención es frente a ello significativamente menor. También después de un tiempo de ensayo de una semana, el ataque microbiano en el caso del carbón activo A empleado de acuerdo con la invención se encuentra únicamente en aproximadamente 40% del ataque el carbón comparativo B en forma de la hulla esquistosa.

b) Además de ello, se examinan otros carbones activos según las realizaciones en el apartado a). En este caso, se trata, en particular, de los siguientes carbones activos basados en polímeros:

45 En el caso del carbón activo C examinado se trata de un carbón activo que presenta una hidrofilia claramente mayor que el carbón activo A empleado de acuerdo con la invención, en donde, en relación con el carbón activo C, en el caso de una presión parcial p/p_0 se alcanza aproximadamente el 45% de la carga de saturación con vapor de agua máxima del carbón activo. Al cabo de 24 horas, se determina en el caso del carbón activo C una señal de microorganismos o bien de bacterias de 4.970 y después de una semana una señal de microorganismos o bien de bacterias de 6.814.

50 Además, se examina un carbón activo (carbón activo D) que presenta una dimensión fractal de la porosidad abierta de 2,96 y, por consiguiente, una aspereza de la superficie relativamente grande. Para el carbón activo D examinado se determinan después de 24 horas 3.975 señales y después de una semana 5.231 señales.

Además, se examina un carbón activo (carbón activo E) que presenta un contenido en cenizas de 1,35% en peso. Para el carbón activo E examinado se determinan después de 24 horas 4.183 señales y después de una semana 6.365 señales.

- 5 Los exámenes indicados confirman en conjunto que, en base a la combinación de acuerdo con la invención con el uso de un carbón activo muy especial con propiedades de poros y de superficie definidas y con una conformación especial, así como en base a materiales de partida especiales en el marco de la aplicación del material de filtro para aplicaciones de filtro adsorbentes resultan extraordinarias propiedades en relación con una disminución efectiva del crecimiento biológico o bien de la contaminación microbiana de los carbones activos empleados de esta manera.

REIVINDICACIONES

1. Uso de un material de adsorción en partículas en forma de un carbón activo globular para prolongar el empleo y/o la vida útil de una unidad de filtro adsorbente, en particular para mejorar y/o aumentar la estabilidad y/o la resistencia de la unidad de filtro adsorbente con respecto a la contaminación biológica y/o frente a un ataque biológico,
- 5 en donde la unidad de filtro está dotada o bien equipada con al menos un material de adsorción en partículas en forma de un carbón activo globular, en donde el carbón activo presenta un volumen total de poros según Gurvich en el intervalo de $0,15 \text{ cm}^3/\text{g}$ a $3,95 \text{ cm}^3/\text{g}$, en donde al menos 60% (es decir, $\geq 60\%$) del volumen total de poros según Gurvich del carbón activo está formado por poros con diámetros de poros de a lo sumo 50 nm (es decir, $\leq 50 \text{ nm}$), en particular por micro- y/o meso-poros, y
- 10 en donde el carbón activo presenta una hidrofilia, determinada como comportamiento de adsorción de vapor de agua estático-volumétrico conforme a la norma DIN 66135-1 a una temperatura de 25 °C tal que a una presión parcial p/p_0 de 0,6, representando p_0 la presión bajo condiciones estándares (1.013,25 hPa), se agote y/o se aproveche a lo sumo el 30% de la capacidad de adsorción de vapor de agua máxima, y/o que a una presión parcial p/p_0 de 0,6 se alcance a lo sumo el 30% de la capacidad de adsorción de vapor de agua máxima del carbón activo.
- 15 2. Uso según la reivindicación 1, en donde el carbón activo presenta una hidrofilia, determinada como comportamiento de adsorción de vapor de agua conforme a la norma DIN 66135-1 tal que a una presión parcial p/p_0 de 0,6, se agote y/o se aproveche a lo sumo el 25%, en particular a lo sumo el 20%, preferiblemente a lo sumo el 10%, de preferencia a lo sumo el 5% de la capacidad de adsorción de vapor de agua máxima del carbón activo. y/o que a una presión parcial p/p_0 de 0,6 se alcance a lo sumo el 25%, en particular a lo sumo el 20%, preferiblemente a lo sumo el 10%, de preferencia a lo sumo el 5% de la capacidad de adsorción de vapor de agua máxima del carbón activo.
- 20 3. Uso según la reivindicación 1 o 2, en donde el carbón activo presenta una hidrofilia, determinada como comportamiento de adsorción de vapor de agua conforme a la norma DIN 66135-1 tal que a una presión parcial p/p_0 de 0,6, se agote y/o se aproveche 0,1% a 30%, en particular 0,5% a 25%, de preferencia 1% a 20%, preferiblemente 1,5% a 15%, de manera particularmente preferida 2% a 10% de la capacidad de adsorción de vapor de agua máxima del carbón activo, y/o que a una presión parcial p/p_0 de 0,6 se alcance 0,1% a 30%, en particular 0,5% a 25%, de preferencia 1% a 20%, preferiblemente 1,5% a 15%, de manera particularmente preferida 2% a 10% de la capacidad de adsorción de vapor de agua máxima del carbón activo.
- 25 4. Uso según una de las reivindicaciones precedentes, en donde la unidad de filtro, en particular el material de adsorción en partículas en forma del carbón activo globular se pone en contacto con un medio fluido a tratar y/o a purificar, preferiblemente agua, de preferencia aguas residuales o agua potable.
- 30 5. Uso según una de las reivindicaciones precedentes, en donde la unidad de filtro presenta al menos un soporte y/o en donde el material de adsorción en partículas en forma del carbón activo globular es autoportante y/o se presenta en forma de un material a granel particularmente suelto, en particular, en donde el soporte está configurado en forma de una carcasa, en particular para el alojamiento del carbón activo.
- 35 6. Uso según una de las reivindicaciones precedentes, en donde el material de adsorción en partículas en forma del carbón activo globular está aplicado sobre el soporte y/o está presente en forma de un lecho fijo, en particular, en donde el soporte presenta una estructura tridimensional, en particular en donde el soporte está configurado preferiblemente como un material esponjado de poros abiertos o bien en donde el soporte presenta una estructura bidimensional y/o plana, en particular en donde el soporte está configurado como preferiblemente una estructura plana textil.
- 40 7. Uso según la reivindicación 6, en donde el soporte está configurado de forma permeable a los líquidos, en particular permeable al agua, y/o permeable a los gases, en particular permeable al aire, en particular en donde el soporte presenta una permeabilidad a los gases, en particular una permeabilidad al aire, de al menos $10 \text{ l}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, en particular de al menos $30 \text{ l}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, de preferencia de al menos $50 \text{ l}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, de manera particularmente preferida de al menos $100 \text{ l}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, de manera muy particularmente preferida de al menos $500 \text{ l}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, y/o una permeabilidad a los gases, en particular una permeabilidad al aire de hasta $10.000 \text{ l}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, en particular de hasta $20.000 \text{ l}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, en el caso de una resistencia de flujo de 127 Pa,
- 45 en donde el soporte está configurado como una estructura plana textil, preferiblemente un material textil permeable al aire, de preferencia un tejido de telar, tejido de punto, cañamazo o material compuesto textil, en particular velo (material no tejido), y/o en donde el soporte presenta un peso por unidad de superficie de 5 a $1.000 \text{ g}/\text{m}^2$, en particular de 10 a $500 \text{ g}/\text{m}^2$, preferiblemente de 25 a $450 \text{ g}/\text{m}^2$.
- 50 8. Uso según la reivindicación 6 o 7, en donde el material de adsorción en partículas en forma del carbón activo globular está fijado a y/o sobre el soporte, preferiblemente mediante pegado, en particular mediante un pegamento, o como consecuencia de una pegajosidad propia o adhesión propia, y/o en donde la unidad de filtro presenta un alojamiento, en particular para el caso según el cual el material de adsorción en partículas en forma del carbón activo globular está aplicado sobre el soporte y/o se presenta en forma de un lecho fijo.
- 55

9. Uso según una de las reivindicaciones precedentes, en donde el carbón activo presenta una hidrofilia determinada como comportamiento de adsorción de vapor de agua, tal que en una presión parcial p/p_0 de 0,6, la cantidad de vapor de agua (volumen de H_2O) adsorbida por el carbón activo $V_{ads(H_2O)}$, referida al peso del carbón activo, se encuentra en el intervalo de $10 \text{ cm}^3/\text{g}$ a $200 \text{ cm}^3/\text{g}$, en particular de $20 \text{ cm}^3/\text{g}$ a $175 \text{ cm}^3/\text{g}$, preferiblemente de $30 \text{ cm}^3/\text{g}$ a $150 \text{ cm}^3/\text{g}$, preferiblemente de $40 \text{ cm}^3/\text{g}$ a $100 \text{ cm}^3/\text{g}$, de manera particularmente preferida de $50 \text{ cm}^3/\text{g}$ a $75 \text{ cm}^3/\text{g}$.
10. Uso según una de las reivindicaciones precedentes, en donde el carbón activo presenta una hidrofilia, determinada como comportamiento de adsorción de vapor de agua tal que en un intervalo de presiones parciales p/p_0 de 0,1 a 0,6, se ha agotado y/o aprovechado 0,05% a 30%, en particular 0,1% a 25%, preferiblemente 0,5% a 20%, de preferencia 1% a 15%, de manera particularmente preferida 1% a 10% de la capacidad de adsorción de vapor de agua máxima del carbón activo, y/o tal que en un intervalo de presiones parciales p/p_0 de 0,1 a 0,6 se alcanza 0,05% a 30%, en particular 0,1% a 25%, preferiblemente 0,5% a 20%, de preferencia 1% a 15%, de manera particularmente preferida 1% a 10% de la capacidad de adsorción de vapor de agua máxima del carbón activo.
11. Uso según una de las reivindicaciones precedentes, en donde el carbón activo presenta una dimensión fractal de la porosidad abierta en el intervalo de a lo sumo 2,9 (es decir, $\leq 2,9$), en particular a lo sumo 2,89, preferiblemente a lo sumo 2,85, de preferencia a lo sumo 2,82, de manera particularmente preferida a lo sumo 2,8, de manera muy particularmente preferida a lo sumo 2,75, más preferiblemente a lo sumo 2,7, y/o en donde el carbón activo presenta una dimensión fractal de la porosidad abierta en el intervalo de 2,2 a 2,9, en particular de 2,2 a 2,89, preferiblemente de 2,25 a 2,85, de preferencia de 2,3 a 2,82, de manera particularmente preferida de 2,35 a 2,8, de manera muy particularmente preferida de 2,4 a 2,75, más preferiblemente de 2,45 a 2,7.
12. Uso según una de las reivindicaciones precedentes, en donde el carbón activo se puede obtener por carbonización y subsiguiente activación de un material de partida sintético y/o no basado en sustancias naturales, en particular a base de polímeros orgánicos, y/o en donde el carbón activo se obtiene a partir de un material de partida a base de polímeros orgánicos, en particular a base de polímeros orgánicos sulfonados, preferiblemente a base de poliestireno reticulado con divinilbenceno, preferiblemente a base de copolímeros de estireno/divinilbenceno, en particular mediante carbonización y subsiguiente activación del material de partida, y/o
- en donde el material de partida es, en particular, una resina de intercambio iónico sulfonada y/o con contenido en grupos ácido sulfónico, en particular del tipo gel y/o en donde como carbón activo se emplea un carbón activo esférico basado en polímeros (PBSAC): *Polymer based Spherical Activated Carbon*) y/o en donde el carbón activo es un carbón activo esférico basado en polímeros (PBSAC).
13. Uso según una de las reivindicaciones precedentes, en donde 60% a 90%, en particular 65% a 85%, preferiblemente 70% a 80% del volumen total de poros según Gurvich del carbón activo está formado por poros con diámetros de poros de a lo sumo 50 nm, y/o
- en donde 5% a 80%, en particular 10% a 70%, preferiblemente 20% a 60% del volumen total de poros según Gurvich del carbón activo está formado por poros con diámetros de poros en el intervalo de 2 nm a 50 nm, y/o en donde 1% a 60%, en particular 5% a 40%, preferiblemente 10% a 35%, de preferencia 15% a 33% del volumen total de poros según Gurvich del carbón activo está formado por poros con diámetros de poros de más de 2 nm, en particular por meso- y/o macro-poros.
14. Uso según una de las reivindicaciones precedentes, en donde el carbón activo presenta un diámetro medio de los poros en el intervalo de 0,5 nm a 55 nm, en particular de 0,75 nm a 50 nm, preferiblemente de 1 nm a 45 nm, de preferencia de 1,5 nm a 35 nm, de manera particularmente preferida de 1,75 nm a 25 nm, de manera muy particularmente preferida de 2 nm a 15 nm, más preferiblemente de 2,5 nm a 10 nm, todavía más preferiblemente de 2,75 nm a 5 nm y/o
- el carbón activo presenta un diámetro de partículas en el intervalo de 0,01 mm a 2,5 mm, en particular de 0,02 mm a 2 mm, preferiblemente de 0,05 mm a 1,5 mm, de preferencia de 0,1 mm a 1,25 mm, de manera particularmente preferida de 0,15 mm a 1 mm, de manera muy particularmente preferida de 0,2 mm a 0,8 mm, en particular, en donde al menos 70% en peso, en particular al menos 80% en peso, preferiblemente al menos 85% en peso, de preferencia al menos 90% en peso, de manera particularmente preferida al menos 95% en peso de las partículas de carbón activo presentan diámetros de las partículas en los intervalos antes mencionados.
15. Uso según una de las reivindicaciones precedentes, en donde el carbón activo presenta una resistencia a la abrasión (*ball pan hardness*) y/o dureza a la abrasión de al menos 92%, en particular de al menos 96%, preferiblemente de al menos 97%, de preferencia de al menos 98%, de manera particularmente preferida de al menos 98,5%, más preferiblemente de al menos 99%, todavía más preferiblemente de al menos 99,5%, y/o en donde el carbón activo presenta un grado de humectación con agua en el intervalo de 35% a 90%, en particular de 40% a 85%, preferiblemente de 45% a 80%, de preferencia de 50% a 80%, de manera particularmente preferida de 55% a 75%.

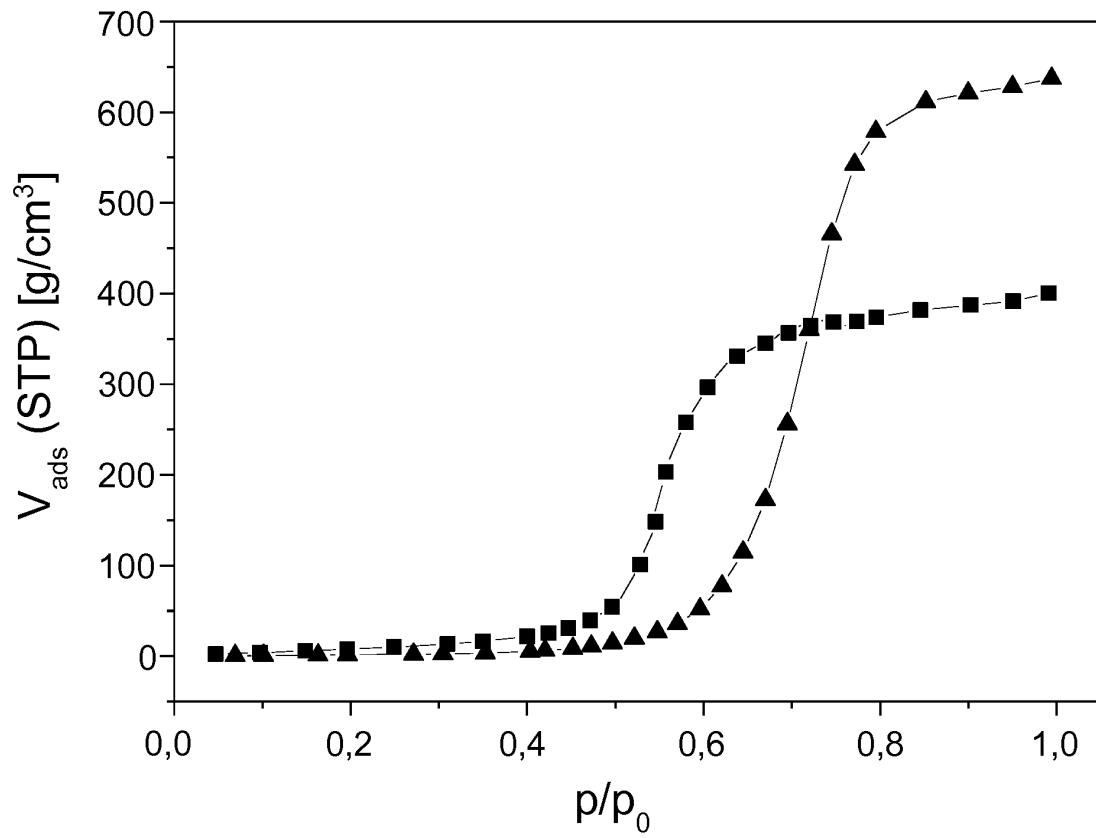


Fig. 1

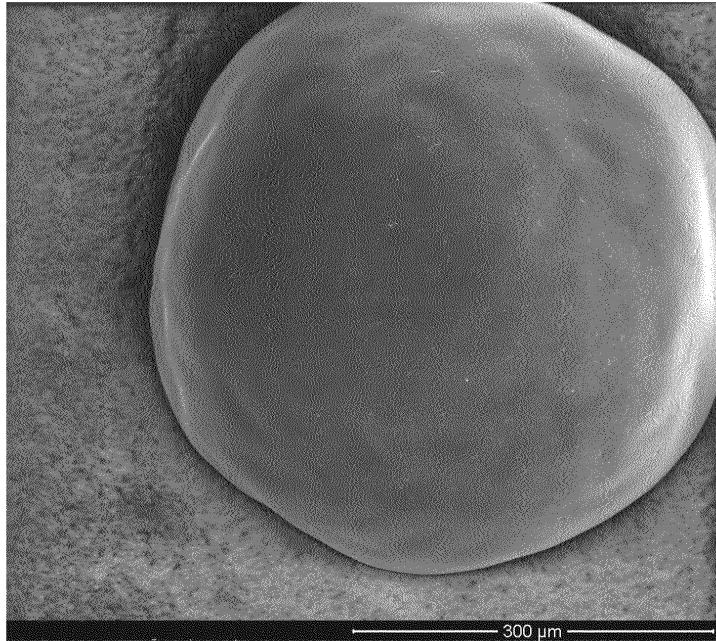


Fig. 2A

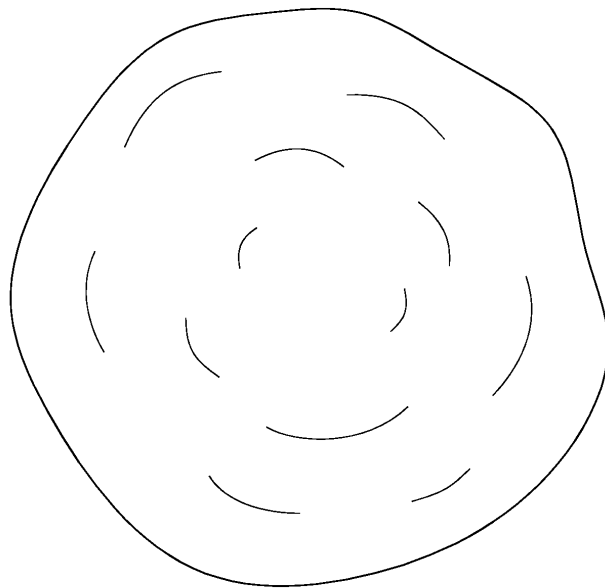


Fig. 2B

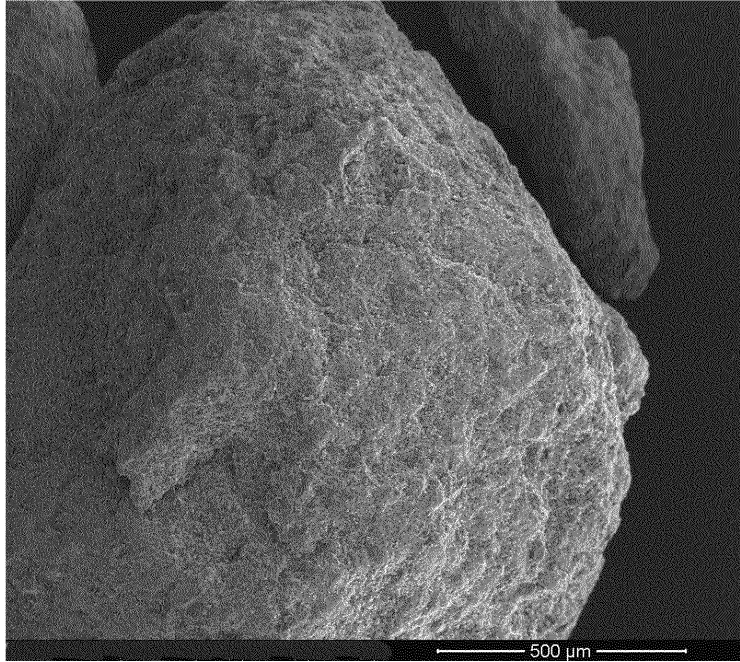


Fig. 3A

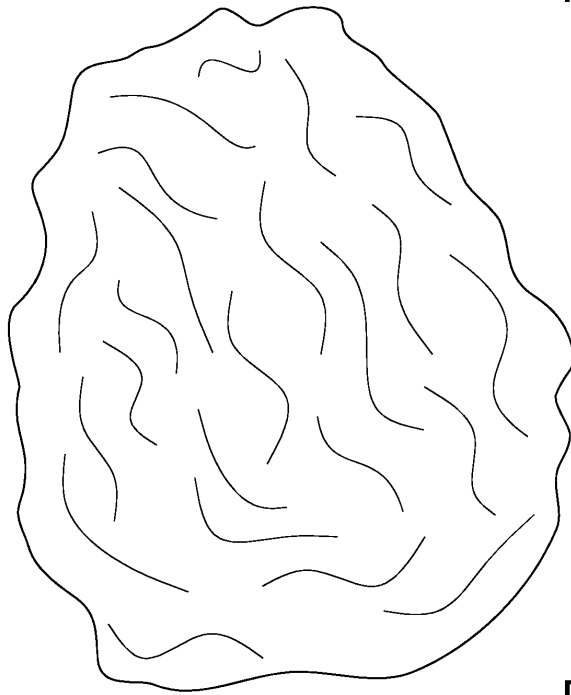


Fig. 3B

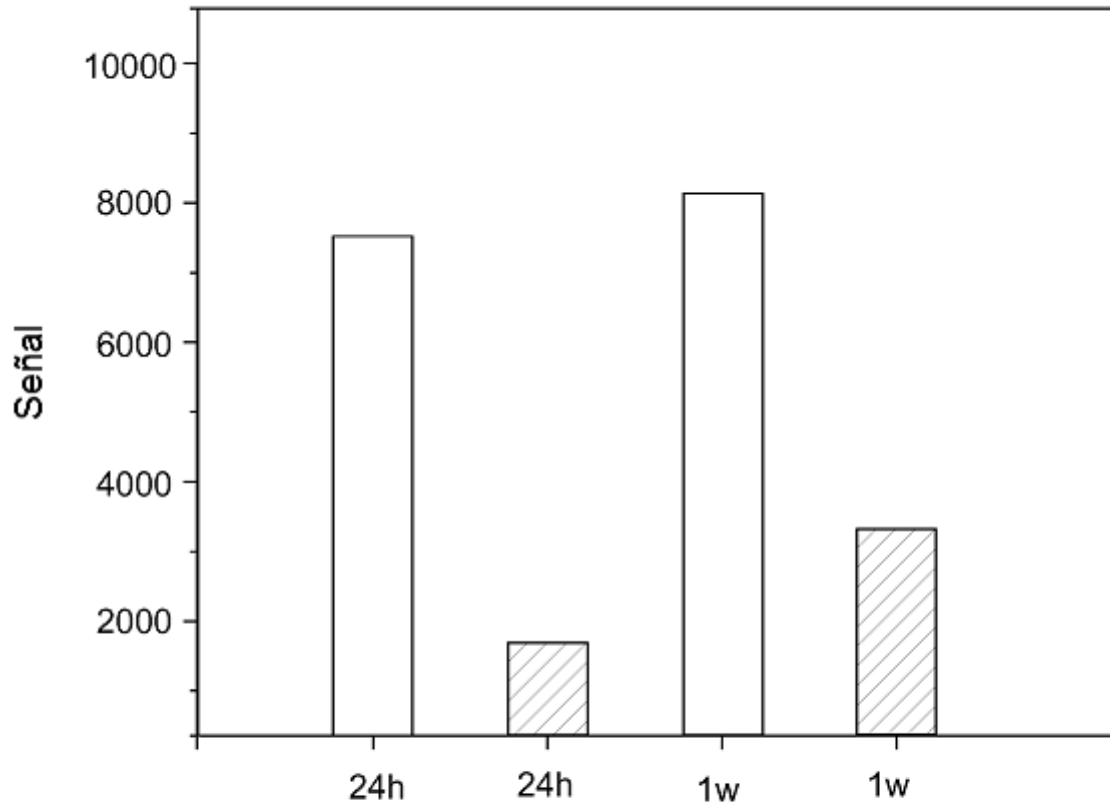


Fig. 4