

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 736 027**

51 Int. Cl.:

C10L 9/08 (2006.01)

C10L 5/40 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.08.2014** E 14180275 (1)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.04.2019** EP 2835413

54 Título: **Partículas de un sólido similar al carbón, usos y procedimientos de fabricación**

30 Prioridad:

07.08.2013 DE 102013013085

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

23.12.2019

73 Titular/es:

**EUROFOAM DEUTSCHLAND GMBH
SCHAUMSTOFFE (100.0%)
Hagenauer Straße 42
65203 Wiesbaden, DE**

72 Inventor/es:

**BETTINGER, HERBERT;
BOTTLINGER, MICHAEL y
MILDENBERGER, MORITZ**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 736 027 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

Partículas de un sólido similar al carbón, usos y procedimientos de fabricación

- 5 La invención se refiere a procedimientos para la fabricación de partículas de un sólido similar al carbón, a partículas correspondientes, así como a sus usos y productos correspondientes que comprenden las partículas correspondientes.

Antecedentes de la invención

- 10 La reproducción artificial de la fabricación de carbón natural ha sido objeto de investigación durante mucho tiempo. En 1913, el químico alemán Friedrich Bergius intentó reproducir artificialmente el proceso de fabricación de carbón natural, sometiendo biomasa en un entorno acuoso a temperatura elevada y presión elevada y, en unas pocas horas, obtuvo un material similar al lignito (Bergius, Die Anwendung hoher Drücke bei chemischen Vorgängen und eine Nachbildung der Steinkohle, 1913, tesis de habilitación, Knapp, Halle/Saale). En 2006, este objeto de investigación fue revivido como carbonización hidrotermal por el Prof. Antonietti y su grupo en el Instituto Max Planck para coloides e interfaces en Potsdam (Alemania). En vista del problema global del calentamiento climático y el consiguiente objetivo de utilizar el carbono de la manera más eficiente posible y de minimizar su liberación como gas de efecto invernadero en forma de dióxido de carbono o metano, posteriormente se desarrollaron procedimientos y dispositivos para la carbonización hidrotermal.

Estado de la técnica

- 25 El documento WO 2008/113309 describe un procedimiento para la conversión química húmeda de biomasa por carbonización hidrotermal, en donde el procedimiento se lleva a cabo en un volumen de reacción por debajo de la superficie de la tierra. El documento WO 2009/127727 describe la fabricación de un material similar al carbón a partir de biomasa utilizando un iniciador de polimerización. El documento WO 2008/138637 describe un procedimiento para el funcionamiento de una instalación para la carbonización hidrotermal de biomasa así como un dispositivo asociado. El documento WO 2010/0066881 describe un procedimiento para la fabricación de un material híbrido hidrotermal añadiendo un compuesto copolimerizable a la biomasa. El documento WO 2010/092040 describe un procedimiento para producir un material similar al carbón a partir de biomasa utilizando vapor a contracorriente. El documento EP 1 970 431 A1 se refiere a un procedimiento y a un aparato asociado para la carbonización hidrotermal. El documento EP 2 130 893 A2 describe un procedimiento para la carbonización hidrotermal de biomasa, en donde esta se predeshidrata y dado el caso se acidifica, y en donde el calor residual del proceso se utiliza para secar el producto resultante. El documento DE 10 2008 058 444 A1 describe procedimientos y dispositivos para la fabricación de materiales o combustibles. Sin embargo, todos los documentos se refieren a la conversión de biomasa en productos similares al carbón, es decir a materiales de partida que también constituyen la base para la fabricación de carbón natural. Por lo tanto, existe la necesidad de un perfeccionamiento de la carbonización hidrotermal, con el fin de sortear esta limitación. Un objetivo de la presente invención consiste en proporcionar partículas de un sólido similar al carbón, que no se basen esencialmente en biomasa, en proporcionar además procedimientos de fabricación correspondientes, así como en proporcionar usos de tales partículas y de productos que contienen tales partículas.

- 45 El objetivo se logra de acuerdo con la invención mediante un procedimiento con las características de la reivindicación principal y mediante productos del procedimiento, a saber, partículas de un sólido similar al carbón o suspensiones de las mismas, y sus usos o productos derivados de acuerdo con las características de las reivindicaciones independientes.

Breve descripción de la invención

- 50 La presente solicitud describe y se refiere, en un primer aspecto, a un procedimiento para la fabricación de partículas de un sólido similar al carbón, en donde una mezcla de reacción acuosa, que comprende un material de plástico que contiene uno o más plásticos hidrolizables, seleccionados de entre poliuretanos y/o poliésteres, y además material biológico, ascendiendo la relación en peso de material de plástico respecto a material biológico a desde 750:1 hasta 1,5:1, se hace reaccionar a una presión de desde 2 hasta 60 bares y a una temperatura de desde 195 °C hasta 225 °C en presencia de un catalizador, seleccionado de entre un ácido, una base y/o un catalizador a base de metal o a base de azufre, durante un período de 0,1 a 48 horas, y se recupera la suspensión resultante de partículas de un sólido similar al carbón, y las partículas en la suspensión, o las partículas después de reducir el contenido de agua de la suspensión, se someten a al menos una etapa de trituración, que se selecciona de entre: añadir un disolvente orgánico, seleccionado de entre n-propanol, isopropanol, acetona, 1-butanol, 2-butanol, dietil éter, dimetil éter, benceno, tolueno o xileno, o mezclas de dos o más de los mismos.

- 65 De acuerdo con un perfeccionamiento se añade a la suspensión de partículas del sólido similar al carbón, o a las partículas después de reducir el contenido de agua, un disolvente orgánico y se obtiene una suspensión de partículas o partículas con una mayor proporción de partículas de tamaño más pequeño, en donde el disolvente orgánico se selecciona de entre n-propanol, isopropanol, acetona o una mezcla de dos o más de los mismos.

De acuerdo con un perfeccionamiento se realiza un fraccionamiento por tamaño de las partículas del sólido similar al carbón.

5 De acuerdo con un perfeccionamiento, en el procedimiento se reduce opcionalmente el contenido de agua de la suspensión recuperada, además se somete la suspensión o las partículas obtenidas después de reducir el contenido de agua a una etapa de trituración, además, en el caso de que se trate de una suspensión, se reduce su contenido de agua obteniendo así las partículas, se añade además un disolvente orgánico a las partículas, se realiza además un fraccionamiento por tamaño con las partículas en el disolvente orgánico y una separación de las fracciones de tamaño obtenidas entre sí, además, opcionalmente, se añade de nuevo un disolvente orgánico a las partículas de las fracciones de tamaño obtenidas, y las partículas obtenidas se recuperan.

15 De acuerdo con un perfeccionamiento, el material de plástico comprende poliéster, poliuretano, espuma de poliuretano flexible, espuma de poliuretano rígida, espuma de poliuretano de dureza media, espuma rígida integral, fracción ligera proveniente de la trituración o una mezcla de dos o más de los mismos.

20 De acuerdo con un perfeccionamiento, o bien el material de plástico comprende o se compone de espuma de poliuretano flexible, y la reacción se lleva a cabo en un intervalo de temperatura de 218 °C a 222 °C; o bien el material de plástico comprende o se compone de espuma de poliuretano rígida, y la reacción se lleva a cabo en un intervalo de temperatura de 198 °C a 202 °C; o bien el material de plástico comprende o se compone de espuma de poliuretano de dureza media y la reacción se lleva a cabo en un intervalo de temperatura de 198 °C a 202 °C, seguido de trituración mecánica, de una reducción opcional del contenido de agua, y de una adición de un disolvente orgánico, opcionalmente seguido de una centrifugación para el fraccionamiento por tamaño con posterior separación del sedimento y el sobrenadante y de una adición de un disolvente orgánico al sedimento y al sobrenadante, respectivamente.

25 De acuerdo con un perfeccionamiento, el material biológico se selecciona de entre celulosa, almidón, materiales que contienen celulosa o almidón, lodo de depuración, carbón de lodos de depuración, biomásas que contienen celulosa o almidón, Jatropha, restos vegetales, en particular hojarasca, desperdicios de alimentos, o mezclas de dos o más de los mismos.

30 De acuerdo con un perfeccionamiento, la reacción tiene lugar en un intervalo de pH ácido, especialmente a como máximo pH 4,5, o en un intervalo básico, especialmente a como mínimo pH 8,5.

35 De acuerdo con un perfeccionamiento, se utiliza un catalizador a base de metal, seleccionado de entre sales de hierro y/o nanopartículas de hierro.

De acuerdo con un perfeccionamiento, la espuma de poliuretano flexible se hace reaccionar en un intervalo de temperatura de 198 °C a 202 °C.

40 De acuerdo con un perfeccionamiento, la espuma de poliuretano flexible se hace reaccionar en un intervalo de temperatura de 218 °C a 222 °C.

45 Un objeto adicional de la invención se refiere a una suspensión de partículas de un sólido similar al carbón o a partículas de un sólido similar al carbón, obtenidas en cada caso a través de un procedimiento de acuerdo con la invención sin o con reducción del contenido de agua, de acuerdo con la reivindicación 12.

50 Otro aspecto se refiere al uso de una suspensión de partículas, o de partículas de un sólido similar al carbón, como sucedáneo de negro de humo, en donde las suspensiones y/o las partículas se producen en cada caso mediante un procedimiento de acuerdo con la invención, o se producen mediante reacción de material de plástico, en donde una mezcla de reacción acuosa, que comprende de un 1 a un 75 % en peso de material de plástico, se hace reaccionar a una presión de 2 a 60 bares y una temperatura de 180 a 250 °C en presencia de un catalizador, seleccionado de entre un ácido, una base y/o un catalizador a base de metal o a base de azufre, durante un período de 0,1 a 48 horas, y se recupera la suspensión resultante de partículas de un sólido similar al carbón.

55 Otro aspecto se refiere, por consiguiente, a un sucedáneo de negro de humo, que comprende, u opcionalmente se compone de, una suspensión de partículas de un sólido similar al carbón, o de las propias partículas de un sólido similar al carbón.

60 De acuerdo con un perfeccionamiento, el sucedáneo de negro de humo comprende del 1 al 99 % en peso de partículas del sólido similar al carbón y del 99 al 1 % en peso de negro de humo industrial, y, opcionalmente, una diferencia hasta el 100 % en peso, proporcionada por uno o más aditivos, o se compone opcionalmente de lo anterior.

65 Un aspecto adicional se refiere al uso de una suspensión de acuerdo con la invención de partículas o de partículas de acuerdo con la invención o de un sucedáneo de negro de humo de acuerdo con la invención como carga, como carga de refuerzo, como estabilizador de UV, como promotor de conductividad, como pigmento, como componente

de composiciones colorantes, composiciones cosméticas, materiales de construcción, plásticos o cauchos, o para la fabricación de los productos anteriormente mencionados, y se refiere, además, a productos correspondientes.

5 Otros aspectos se refieren, por consiguiente, a composiciones colorantes, cargas, cargas de refuerzo, estabilizadores de UV, promotores de conductividad, pigmentos, composiciones cosméticas, materiales de construcción, plásticos o cauchos, que comprenden un sucedáneo de negro de humo de acuerdo con la invención, así como productos que comprenden tales cauchos, en particular neumáticos de vehículos, alfombrillas de goma, ropa protectora contra la humedad, lonas de goma, juntas de estanqueidad y cojinetes de goma.

10 Descripción detallada de la invención

La presente solicitud describe y se refiere, en un primer aspecto, a un procedimiento para la fabricación de partículas de un sólido similar al carbón, en donde una mezcla de reacción acuosa, que comprende un material de plástico que contiene uno o más plásticos hidrolizables, seleccionados de entre poliuretanos y/o poliésteres, y además material biológico, ascendiendo la relación en peso de material de plástico respecto a material biológico a desde 750:1 hasta 1,5:1, se hace reaccionar a una presión de desde 2 hasta 60 bares y a una temperatura de desde 195 °C hasta 225 °C en presencia de un catalizador, seleccionado de entre un ácido, una base y/o un catalizador a base de metal o a base de azufre, durante un período de 0,1 a 48 horas, y se recupera la suspensión resultante de partículas de un sólido similar al carbón y, opcionalmente, se reduce el contenido de agua de la suspensión separando los efluentes de reacción obteniendo así las partículas del sólido similar al carbón. El procedimiento comprende una o más etapas, seleccionadas de entre una reducción del contenido de agua de la suspensión obteniendo así las partículas del sólido similar al carbón, y/o una adición de un disolvente orgánico para obtener un mayor número de partículas de tamaño más pequeño, y/o al menos una etapa de trituración. En cualquier caso, las partículas en la suspensión, o las partículas después de reducir el contenido de agua de la suspensión, se someten a al menos una etapa de trituración, que se selecciona de entre: añadir un disolvente orgánico, seleccionado de entre n-propanol, isopropanol, acetona, 1-butanol, 2-butanol, dietil éter, dimetil éter, benceno, tolueno o xileno, o mezclas de dos o más de los mismos.

Debido a la reacción, la mezcla de reacción acuosa, que constituye esencialmente una suspensión acuosa más o menos concentrada o, dado el caso, una dispersión de material de plástico, se transforma parcial o totalmente en una suspensión de partículas de un sólido similar al carbón, es decir en un lodo de carbón. El sólido similar al carbón es similar en cuanto a apariencia y propiedades al carbón natural y tiene un mayor contenido de carbono en comparación con el material de plástico de partida. Dependiendo del grado de reacción, puede tener lugar una transición fluida entre el material de plástico, utilizado como material de partida para el procedimiento, a lo largo de fases intermedias alquitranadas, dado el caso pegajosas, que se componen de partículas más gruesas, hasta llegar al sólido similar al carbón propiamente dicho en forma macroscópica, es decir, en forma de conglomerados o trozos bastante grandes. Si el material de plástico contenía plástico polihalogenado antes de la reacción, este generalmente reaccionará más o menos dependiendo del grado de halogenación. Si se desea, el plástico polihalogenado que no haya reaccionado por completo se puede separar de las partículas del sólido similar al carbón en el lodo de carbón, por ejemplo por filtración, sedimentación, flotación u otros procedimientos conocidos en la técnica. Si se desea, los componentes no plásticos, tales como componentes metálicos o cerámicos, del material de plástico originalmente utilizado para la reacción pueden separarse de las partículas del sólido similar al carbón en el lodo de carbón.

45 La suspensión de partículas del sólido similar al carbón puede recuperarse parcial o completamente después del período de tiempo previsto o después de alcanzar un grado de reacción deseado, por ejemplo, retirarse del recipiente de reacción. Se prefiere una reacción completa o sustancialmente completa en el sólido similar al carbón o partículas del sólido similar al carbón. El grado de reacción logrado en cada caso se puede determinar, por ejemplo, tomando muestras aleatorias.

50 De acuerdo con un perfeccionamiento del procedimiento, se reduce el contenido de agua del lodo de carbón obtenido, separando los efluentes de reacción, es decir, la fase acuosa resultante de la mezcla de reacción acuosa en el curso de la reacción. Dependiendo de la cantidad de material de plástico utilizado inicialmente, la suspensión representa una suspensión o dispersión fina o concentrada. Por ejemplo, en el caso de suspensiones o dispersiones finas, el contenido de sólidos puede situarse por debajo del 5 % en peso, por ejemplo, del 0,1 % en peso al 4 % en peso, mientras que el contenido de sólidos en el caso de suspensiones o dispersiones más concentradas puede situarse, por ejemplo, en el intervalo del 5 % al 90 %, en particular en el intervalo del 10 % al 75 %, tal como alrededor del 25 % al 50 %, por ejemplo, alrededor del 30 %. La separación del efluente de reacción se lleva a cabo mediante procedimientos habituales, tales como, por ejemplo, deshumidificación mecánica y/o secado térmico. Mediante la deshumidificación mecánica puede lograrse, generalmente, una humedad residual de aproximadamente el 20 %. Ejemplos de deshumidificación mecánica son la sedimentación y la separación de la fase líquida, sustancialmente libre de sedimentos, de la fase sólida sedimentada; filtración, por ejemplo en forma de filtración por gravedad, en donde la fase líquida cargada con partículas del sólido similar al carbón se fuerza a través de un filtro en virtud de su peso y generalmente se permiten humedades residuales del 15 al 25 %; filtración por presión o a vacío, en donde el gradiente de presión a través del filtro se incrementa por una presión aplicada aguas arriba del filtro o un vacío aplicado aguas abajo del filtro, y se provoca así una filtración más rápida; centrifugación y, en

particular, centrifugación en filtro, en donde pueden lograrse normalmente humedades residuales de menos del 10 %; y filtración en prensa, que se utiliza principalmente en caso de desecado de suspensiones de grano fino y muy fino, en donde el potencial de acción es la reducción continua del espacio de procedimiento, por ejemplo de un cilindro que contiene la suspensión, en el que se inserta un émbolo. Ejemplos de secado térmico son el secado por contacto, en el que la suspensión se encuentra sobre una superficie caliente, de la que se desprende energía térmica; el secado por convección, en el que se transfiere energía térmica a la suspensión mediante un gas caliente; y el secado por radiación, en el que la energía es introducida en la suspensión por radiación.

En general, la deshumidificación mecánica requiere menos consumo de energía que el secado térmico. En una forma de realización preferida, la separación del efluente de reacción tiene lugar, por consiguiente, a través de deshumidificación mecánica. Opcionalmente, si se desea un mayor grado de deshumidificación que con la deshumidificación mecánica, en una etapa ulterior puede realizarse un secado térmico adicional. El contenido de agua que debe lograrse puede seleccionarse en función de la necesidad o del uso previsto del sólido similar al carbón obtenido, y por ejemplo puede alcanzarse de aproximadamente el 45 al 60 %, es decir, el contenido del lignito, hasta alrededor del 2 al 5 %, es decir, el contenido de la hulla. Además de reducir el contenido de agua, también se puede modificar la consistencia de la suspensión o del sólido similar al carbón. Por ejemplo, puede mantenerse una estructura de partículas finas o generarse, dado el caso, mediante trituración de partículas más grandes, o bien pueden agruparse partículas pequeñas, por ejemplo mediante compactación, dando lugar a partículas o bloques más grandes, de modo que se obtiene cada vez más un sólido macroscópico similar al carbón. Dentro del marco de la invención, se prefiere proporcionar partículas pequeñas.

La reducción del contenido de agua de la suspensión de partículas del sólido similar al carbón abarca, por ejemplo dependiendo del uso posterior previsto, desde una concentración de la suspensión hasta una eliminación del efluente de reacción obteniendo así una sustancia seca de partículas del sólido similar al carbón.

También dentro del marco del procedimiento, las partículas se someten a una o más etapas de trituración. La trituración puede tener lugar en el marco de la reacción, por ejemplo, directamente en un recipiente de reacción, en el que se lleva a cabo el procedimiento, o tras retirar la suspensión de las partículas del sólido similar al carbón, pudiendo realizarse entonces la trituración en la propia suspensión, o después de la separación de las partículas del medio de reacción y, dado el caso, tras su incorporación en un nuevo medio o en estado seco. Por consiguiente, la o las etapas de trituración pueden tener lugar antes o después de la reducción opcional del contenido de agua.

De acuerdo con un perfeccionamiento, la suspensión de partículas del sólido similar al carbón o las partículas del sólido similar al carbón se someten a una o más etapas de procesamiento posterior. Por ejemplo, el valor de pH puede modificarse con respecto al valor de pH predominante en la mezcla de reacción, o la suspensión de partículas del sólido similar al carbón o las partículas del sólido similar al carbón pueden someterse a una o más etapas de lavado, por ejemplo, con agua, agua desionizada o destilada, uno o más disolventes orgánicos, por ejemplo disolventes polares o apolares, o una mezcla de uno o más de los anteriores, en donde las etapas de lavado sirven por ejemplo para eliminar subproductos resultantes de la reacción. Como parte de las etapas de procesamiento posterior, pueden utilizarse modos de procedimiento conocidos en la técnica tales como sedimentación, centrifugación o filtración.

De acuerdo con la invención, después de reducir el contenido de agua se añade a la suspensión de partículas del sólido similar al carbón o a las partículas un disolvente orgánico, seleccionado de entre n-propanol, isopropanol, acetona, 1-butanol, 2-butanol, dietil éter, dimetil éter, benceno, tolueno o xileno, o mezclas de dos o más de los mismos. Sorprendentemente, dentro del marco de la invención se ha encontrado que se puede obtener una proporción mayor de partículas más pequeñas mediante un tratamiento de este tipo, de modo que, al añadir el disolvente orgánico a la suspensión, el número de partículas pequeñas contenidas en el mismo puede aumentar, o al añadir el disolvente orgánico a las partículas, el número de partículas pequeñas que se encuentran en el mismo puede aumentar, en comparación, respectivamente, con el número de partículas pequeñas antes de la adición del disolvente orgánico. La adición del disolvente orgánico constituye así una etapa de trituración. Sin querer limitarse a ninguna teoría, se parte de la idea de que el disolvente orgánico, separa agrupaciones homogéneas, es decir conectadas a través de puentes materiales, o agregadas, es decir no homogéneas a través de puentes materiales, sino fuertemente adheridas entre sí, por ejemplo mediante fuerzas electrostáticas, de pequeñas partículas de un tamaño global resultante grande en partículas correspondientemente más pequeñas de correspondientes tamaños globales resultantes inferiores, por ejemplo reduciendo la adherencia y, en el caso de puentes materiales, rompiéndolos mediante fuerzas de cizalla más efectivas. El disolvente orgánico puede ser un disolvente apolar, seleccionado de entre benceno, tolueno, o xileno, aunque preferentemente es un disolvente orgánico polar, y se selecciona de entre n-propanol, isopropanol, 1-butanol, 2-butanol, dietil éter, dimetil éter y acetona o mezclas de dos o más de los mismos. De manera especialmente preferente se trata de isopropanol, acetona o una mezcla de isopropanol y acetona. La adición se puede llevar a cabo una o varias veces, dado el caso tras eliminar un disolvente anterior, por lo que puede tratarse, por ejemplo, de una sucesión de los disolventes antes mencionados, en cualquier orden, tal como una sucesión de acetona e isopropanol.

Como parte del procedimiento, se puede efectuar un fraccionamiento por tamaño de las partículas del sólido similar al carbón, por ejemplo, para apartar o acumular determinados intervalos de tamaño. El fraccionamiento puede tener

lugar durante el procedimiento o tras su finalización en una fase acuosa, por ejemplo, en presencia de la mezcla de reacción o del efluente de reacción, o después de un reemplazo parcial o total de la mezcla de reacción o del efluente de reacción en otra fase acuosa o no acuosa, por ejemplo por filtración, sedimentación, flotación, centrifugación o centrifugación en gradiente de densidad, cromatografía de exclusión por tamaño y similares, o después de la eliminación de la fase acuosa o no acuosa, por ejemplo por tamizando o cribado de partículas secadas del sólido similar al carbón. Ventajosamente, mediante el fraccionamiento por tamaño se pueden seleccionar partículas de un intervalo de tamaño deseado, por ejemplo, con vistas a un uso previsto de las partículas en productos que requieren partículas de intervalos de tamaño correspondientes. Las fracciones con partículas demasiado grandes pueden someterse a procedimientos de trituración, por ejemplo a trituración mecánica por molienda o tratamiento ultrasónico, o volver a introducirse en la mezcla de reacción de un procedimiento para producir partículas de un sólido similar al carbón, para lograr una mayor reducción del tamaño de partícula. De acuerdo con un perfeccionamiento particular, el fraccionamiento por tamaño se lleva a cabo mediante centrifugación o filtración, en donde el sedimento de la centrifugación o el residuo del filtro generalmente constituyen fracciones de tamaño con partículas relativamente grandes y el sobrenadante de la centrifugación o el filtrado generalmente representan fracciones de tamaño con partículas relativamente pequeñas.

Todas las medidas anteriores se pueden combinar de cualquier forma entre sí. De acuerdo con un ejemplo, el fraccionamiento por tamaño se lleva a cabo directamente después de la obtención de la suspensión o de las partículas obtenidas en la misma a fin de recuperar fracciones de tamaño deseadas. De acuerdo con otro ejemplo, las suspensiones o las partículas de las suspensiones se mezclan, después de reducir el contenido de agua, en una etapa o sucesivamente, dado el caso repetidas veces, con uno o más de los disolventes orgánicos mencionados anteriormente, preferentemente isopropanol, acetona o una mezcla de isopropanol y acetona, con el fin de aumentar el número de partículas más pequeñas, con lo cual se realiza un fraccionamiento por tamaño, para separar las partículas más pequeñas de las más grandes. En otro ejemplo se realiza un fraccionamiento por tamaño de la suspensión o de las partículas recuperadas de la misma, y cualquiera de o todas las fracciones de tamaño obtenidas se mezclan en una etapa o sucesivamente, dado el caso repetidas veces, con uno o más de los disolventes orgánicos mencionados anteriormente, preferentemente isopropanol, acetona o una mezcla de isopropanol y acetona, con el fin de provocar una reducción de tamaño.

De acuerdo con una forma de realización particular, en una etapa opcional a) se reduce el contenido de agua de la suspensión recuperada; en una etapa b) la suspensión o las partículas obtenidas después de la reducción del contenido de agua se someten a una etapa de trituración; en una etapa c) en el caso de que se trate de una suspensión, se reduce su contenido de agua; en una etapa d) se añade un disolvente orgánico a las partículas; y en una etapa e) se efectúa un fraccionamiento por tamaño con las partículas en el disolvente orgánico, después de lo cual las fracciones de tamaño obtenidas se separan entre sí; opcionalmente, en una etapa f) se añade de nuevo un disolvente orgánico a las partículas de las fracciones de tamaño obtenidas; y en una etapa g) se recuperan las partículas obtenidas. Los disolventes de las etapas d) y f) pueden ser iguales o diferentes. Por ejemplo, una suspensión obtenida se somete en una etapa b) a una etapa de trituración con un molino de bolas, se seca la suspensión en una etapa d), a las partículas secadas se les añade en una etapa d) acetona como un disolvente orgánico, y se efectúa un fraccionamiento por tamaño por medio de centrifugación como etapa e). Las fracciones de tamaño obtenidas en forma del sedimento y del sobrenadante se mezclan entonces por separado en la etapa f) en cada caso con isopropanol como disolvente orgánico, por lo que de nuevo puede provocarse una reducción de tamaño. La recuperación de acuerdo con la etapa g) puede llevarse a cabo mediante procedimientos conocidos en la técnica, por ejemplo, de nuevo por centrifugación o por retirada del disolvente, por ejemplo a vacío.

En el marco de la invención, por material de plástico se entiende un material que comprende plástico, que abarca desde un plástico puro hasta mezclas que contienen plástico. El término "plástico" se usa en el sentido habitual y se refiere a una sustancia producida sintéticamente, por ejemplo, una sustancia producida por una síntesis orgánica, por ejemplo un polímero producido por polimerización, poliadición y/o policondensación de uno o más monómeros diferentes. Los plásticos se clasifican, según una clasificación convencional, en termoestables, termoplásticos, elastómeros y elastómeros termoplásticos. Ejemplos conocidos de plásticos son polietileno, policarbonato, poliacrilato, polimetacrilato, poliácridamida, poliestireno, caucho de acrilonitrilo-butadieno, caucho de estireno-butadieno, caucho de cloropreno, caucho de butadieno y caucho de etileno-propileno-dieno, así como poliuretano, en donde en formas de realización particulares está previsto que el material de plástico comprenda como plásticos únicamente plásticos hidrolizables, por ejemplo poliésteres, poliamidas y/o poliuretanos. El caucho natural utilizado previamente con una función técnica, por ejemplo el producido en el marco de una fabricación de colchones o el procesado químicamente, por ejemplo vulcanizado, se considera igualmente en el contexto de la invención como plástico, sin embargo la lignina, es decir la madera, no. Los plásticos pueden contener, dado el caso dependiendo de su finalidad de uso original, otras sustancias tales como, por ejemplo, plastificantes, sustancias microbicidas, antioxidantes, estabilizadores, por ejemplo frente a la luz UV, retardantes de llama, tintes o residuos de iniciadores de polimerización. Los plásticos también incluyen aquellos que no se basan en materias primas a base de petróleo, sino que se producen en el contexto de un concepto de sostenibilidad y renovabilidad a partir de materias primas renovables, ya sea en el contexto de una síntesis química o en el contexto de procedimientos biotecnológicos o microbiológicos mediante enzimas u organismos de fabricación diseñados apropiadamente. Las mezclas que contienen plástico mencionadas anteriormente son mezclas de plásticos puros, o mezclas que también comprenden uno o más componentes no plásticos tales como metal, cerámica o material biológico. Preferentemente, el o los

plásticos en tales mezclas que también comprenden componentes no plásticos constituyen la proporción relativamente más grande, con respecto al peso o volumen, por ejemplo, al menos el 75 %, al menos el 80 %, al menos el 90 %, al menos el 95 %, al menos el 98 % o al menos el 99 %.

- 5 Ejemplos no limitativos de mezclas de plásticos puros son aquellas que se producen durante el desmontaje o reciclaje de bienes de consumo, por ejemplo, el reciclaje de automóviles, juguetes, o aparatos eléctricos tales como frigoríficos, cafeteras, ordenadores, impresoras de ordenador, cartuchos de tinta o cartuchos de tóner de impresoras, en el contexto de la construcción o reforma de edificios, como por ejemplo el revestimiento de cables, junquillos de plástico o piezas de plástico sobrantes o dañadas, tales como enchufes, materiales de aislamiento tales como paneles de poliestireno o de poliuretano, o en el contexto de sistemas oficiales de recuperación o reciclaje, como por ejemplo el sistema de "bolsa amarilla" o "contenedor amarillo" en Alemania, en donde dado el caso se ha efectuado previamente una separación de otros materiales como, por ejemplo, metales. Otros ejemplos son los plásticos que se producen en el comercio al por menor, tales como bolsas de plástico de polietileno o polipropileno, botellas de polietileno o poli(tereftalato de etileno) (llamadas botellas PET), por ejemplo procedentes de la industria de bebidas.
- 10 Ejemplos no limitativos de mezclas que también contienen componentes no plásticos son envases de plástico tales como sobres postales que contienen, por ejemplo, restos de papel de campos de etiquetado o partes metálicas de elementos de cierre; utensilios de plástico desechables o cubiertos de plástico, a los se adhieren desperdicios de alimentos; artículos sanitarios o higiénicos, tales como cepillos de dientes o bastoncillos de algodón usados; o artículos de plástico desechables de uso médico o en la investigación médica o biológica, tales como catéteres,
- 15 bolsas de almacenamiento para soluciones médicas o fluidos corporales, envases estériles que comprenden plástico y papel, frascos de cultivos celulares o placas de Petri, dado el caso con restos de medios nutrientes líquidos o sólidos, en los que, dado el caso, se ha hecho inocuo previamente el material biológico peligroso, por ejemplo mediante tratamiento en autoclave o esterilización, por ejemplo mediante agentes químicos o por irradiación.
- 25 De acuerdo con un perfeccionamiento, el material de plástico se utiliza en forma pura o sustancialmente pura, por ejemplo conteniendo menos del 25 por ciento en peso, en particular menos del 10 por ciento en peso o menos del 5 por ciento en peso o un 0 por ciento de material no plástico, es decir, componentes no plásticos, con el fin de utilizar ventajosamente un material de partida controlado para el procedimiento. De acuerdo con otra configuración, el material de plástico no se utiliza en una forma seleccionada de entre basura doméstica, basura municipal o basura industrial. Estos tipos de basura podrían comprender en cada caso material no plástico adicional, como por ejemplo vidrio o metal, que se encontraría de nuevo en el lodo de carbón obtenido, dado el caso en forma convertida. Con el fin de reducir el contenido de material no plástico puede usarse para el procedimiento, opcionalmente, basura doméstica, basura municipal o basura industrial enriquecidas con respecto al material de plástico. Procedimientos de enriquecimiento correspondientes son conocidos por los expertos en la materia e incluyen, por ejemplo, la clasificación manual de plástico o la eliminación manual de componentes no plásticos, la eliminación magnética de metales magnéticos o aleaciones metálicas, o la separación de plásticos y dado el caso otros materiales de densidad similar gracias a las diferencias de densidad de materiales de diferentes densidades, por ejemplo a través de cribas o dispositivos de sacudida o vibratorios. En el procedimiento de acuerdo con la invención puede estar previsto, además, que el material de plástico no contenga plástico polihalogenado o no contenga sustancialmente
- 30 plástico polihalogenado, por ejemplo, menos del 10, del 5 o del 1 por ciento en peso de plástico polihalogenado con respecto al peso total de los plásticos. Cabe esperar que los plásticos altamente polihalogenados, por ejemplo, politetrafluoroetileno, reaccionen poco o no reaccionen nada y, dado el caso, estén presentes después de la reacción más o menos sin cambios y, si es necesario, se puedan separar. De acuerdo con un perfeccionamiento, el material de plástico contiene, antes de la reacción, menos del 10 por ciento en peso, menos del 5 por ciento en peso, menos del 1 por ciento en peso o un 0 por ciento en peso de plásticos polihalogenados inertes, tales como politetrafluoroetileno, con respecto al peso total de los plásticos en el material de plástico.

El material de plástico de acuerdo con el primer aspecto utilizado en el contexto de la fabricación de las partículas del sólido similar al carbón contiene uno o más plásticos hidrolizables, seleccionados de entre poliuretanos y/o poliésteres, o se compone de poliuretanos, poliésteres y/o una mezcla de los mismos. De acuerdo con una forma de realización particular, el material de plástico se compone de poliuretano o una mezcla de poliuretano, o de poliéster o una mezcla de poliéster, por ejemplo, de poli(tereftalato de etileno) o una mezcla de poli(tereftalato de etileno).

Para una reacción mejorada, el material de plástico se utiliza preferentemente en estado triturado, en particular si comprende plástico no hinchable en agua. A este respecto se pueden utilizar procedimientos de trituración habituales en la técnica, por ejemplo, el material de plástico se puede cortar, desgarrado, rallar en escamas, desmenuzar, granular, moler o pulverizar, dado el caso después de una disminución previa de la temperatura con el fin de aumentar la fragilidad. Ejemplos no limitativos del tamaño de las partículas de plástico utilizadas son, aproximadamente, de 0,5 cm³ a 10 cm³ (de 0,5 ml a 10 ml), tal como alrededor de 1 cm³ a 5 cm³, en particular para material de plástico poroso o que presenta una gran superficie, o partículas de plástico con un diámetro, medido en el punto más grande, de como máximo alrededor de 10, 5, 2, 1, 0,5, 0,1, 0,05 o 0,01 milímetros. La trituración puede llevarse a cabo durante la realización del procedimiento mediante dispositivos apropiados en el recipiente de reacción, aunque preferentemente el recipiente de reacción se llena con material de plástico en forma ya triturada. En el contexto de la reacción, el material de plástico se transforma en un sólido similar al carbón, asumiendo –sin querer limitarse a ninguna teoría– que a medida que disminuye el tamaño del material de plástico utilizado, el sólido similar al carbón se produce cada vez más en forma de partículas del sólido similar al carbón.

Por lo tanto, la mezcla de reacción acuosa representa en esencia una suspensión del material de plástico en un medio acuoso.

- 5 La mezcla de reacción acuosa comprende preferentemente del 1 al 75 por ciento en peso de material de plástico, con respecto al peso total de la mezcla de reacción, tal como del 2 al 50 % en peso, del 5 al 40 % en peso, del 10 al 30 % en peso, o del 15 al 25 % en peso, por ejemplo, por tanto, alrededor del 5, 10 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70 o 75 por ciento en peso.
- 10 El procedimiento se realiza a una presión en el intervalo de 2 a 60 bares, tal como a alrededor de 5 a 50 bares, de 10 a 40 bares, o de 20 a 30 bares, por ejemplo, por tanto, a alrededor de 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55 o 60 bares. La temperatura se sitúa, durante la realización del procedimiento, en el intervalo de 180 °C a 250 °C, tal como de 190 °C a 245 °C, de 200 °C a 240 °C, de 210 °C a 235, o de 215 °C a 230 °C, tal como alrededor de 185, 190, 200, 210, 215, 220, 225, 230, 235, 240 o 250 °C. Preferentemente, se especifican una temperatura teórica y una presión teórica, aunque los expertos en la materia entenderán que, mientras se realiza un procedimiento, los valores reales pueden diferir de los valores teóricos, u oscilar alrededor de estos, y, dado el caso, se pueden controlar o reajustar en consecuencia. La temperatura y la presión se pueden regular activamente. De acuerdo con un perfeccionamiento particular, solo la temperatura se regula activamente, ajustándose la presión pasivamente debido a la temperatura actual de la mezcla de reacción acuosa en un volumen de reacción predeterminado, como presión de equilibrio. La reacción tiene lugar a lo largo de un período de 0,1 a 48 horas, por ejemplo, por tanto, alrededor de 1 a 36 horas, de 2 a 24 horas, de 3 a 12 horas, de 3 a 7 horas, de 4 a 6 horas, o de 4 a 8 horas, tal como alrededor de 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 15, 18 o 24 horas. La reacción tiene lugar con exclusión de aire. Puede tener lugar en particular en condiciones anaeróbicas. El experto en la materia está familiarizado con las medidas adecuadas para generar condiciones anaeróbicas, por ejemplo, expulsando oxígeno de la mezcla de reacción acuosa mediante calentamiento, mediante generación de vapor y/o mediante purga con un gas inerte tal como, por ejemplo, nitrógeno.

La reacción tiene lugar en presencia de al menos un catalizador, seleccionado de entre un ácido, una base y/o un catalizador a base de metal o a base de azufre.

- 30 Como ácidos se pueden usar todos los ácidos inorgánicos u orgánicos que sean solubles en agua y estables en las condiciones de reacción. Ejemplos no limitativos de ácidos inorgánicos comprenden ácido clorhídrico, ácido sulfúrico, ácido nítrico y ácido fosfórico. Ejemplos no limitativos de ácidos orgánicos comprenden ácidos carboxílicos saturados o insaturados, lineales o ramificados, en particular ácidos monocarboxílicos saturados lineales, tales como ácido fórmico, ácido acético, ácido propiónico, ácido butírico o ácido pentanoico, ácido hexanoico, ácido heptanoico; ácidos dicarboxílicos tales como ácido oxálico (ácido etanodioico), ácido malónico (ácido propanodioico), ácido succínico (ácido butanodioico), ácido glutárico (ácido pentanodioico), ácido adípico (ácido hexanodioico), ácido málico (ácido 2-hidroxibutanodioico), ácido tartárico (ácido 2,3-dihidroxibutanodioico); y ácidos tricarboxílicos tales como ácido propano-1,2,3-tricarboxílico, ácido cítrico (ácido 2-hidroxipropano-1,2,3-tricarboxílico) y ácido isocítrico (ácido 1-hidroxipropano-1,2,3-tricarboxílico). Preferentemente, el ácido se selecciona de entre ácido sulfúrico, ácido clorhídrico, ácido acético, ácido adípico y ácido cítrico, o mezclas de uno o más de los mismos.

- 45 Como base pueden usarse todas las bases inorgánicas u orgánicas que sean solubles en agua y estables en las condiciones de reacción. Ejemplos no limitativos de bases inorgánicas comprenden hidróxidos de metales alcalinos tales como hidróxido de litio, hidróxido de sodio e hidróxido de potasio, hidróxidos de metales alcalinotérreos tales como hidróxido de magnesio o hidróxido de calcio. Ejemplos no limitativos de bases orgánicas comprenden monoetanolamina (1-aminoetanol), dietanolamina (2,2'-iminobis(2-etanol)), trietanolamina (tris(2-hidroxietil) amina), piperidina, e hidróxido de tetrabutilamonio. Preferentemente, la base es una base inorgánica, tal como hidróxido de sodio, o una mezcla de bases inorgánicas.

- 50 Alternativamente a un ácido o base, o en combinación con un ácido o base, la mezcla de reacción puede comprender uno o más catalizadores a base de metal o a base de azufre. Ejemplos no limitativos de catalizadores a base de metal son catalizadores de hierro, por ejemplo, catalizadores de hierro solubles tales como nitratos de hierro (II o III) o sulfatos de hierro (II o III) y compuestos orgánicos de hierro (II o III) tales como acetatos, acetilacetatos, gluconatos, malonatos, oxalatos, ftalatos, succinatos y citratos, y mezclas de los mismos; o catalizadores sólidos de hierro o aleaciones de hierro, además nanopartículas de hierro o aleaciones de hierro, opcionalmente en forma inmovilizada en cada caso, preferentemente en forma finamente dispersa. Otros ejemplos son los metales alcalinos, en particular litio, sodio, potasio y rubidio, que se pueden añadir, por ejemplo, en forma de óxido. Otros ejemplos son los metales alcalinotérreos, en particular magnesio, calcio y, dado el caso, bario, que por ejemplo también se pueden añadir en forma de óxido. Otros ejemplos de catalizadores a base de metal son los óxidos metálicos, por ejemplo óxido de aluminio (Al_2O_3) óxido de hafnio (HfO_2) óxido de magnesio (MnO), óxido de tantalio (TiO_2) óxido de zircón, es decir, dióxido de circonio (ZrO_2), o metales, como por ejemplo rutenio, rodio o paladio, dado el caso inmovilizados sobre soporte sólido o en forma dispersa. Ejemplos de catalizadores a base de azufre son los sulfatos, por ejemplo sulfato de zinc, sulfato de cobre, sulfato de magnesio, sulfato de níquel, o ésteres de ácido sulfúrico con la fórmula general $\text{X-O-SO}_2\text{-O-X'}$, en donde X y X' independientemente uno del otro son un resto orgánico, por ejemplo, un alquilo, que puede ser opcionalmente sustituido, o hidrógeno.

- El procedimiento de acuerdo con la invención se realiza, de acuerdo con una forma de realización, en un intervalo de pH de 0 a 7, preferentemente, a este respecto, a un valor de pH ácido inferior a 7. De acuerdo con la invención, se ha encontrado que la reacción en el intervalo ácido se desarrolla mejor a bajos valores de pH, de modo que se prefiere, en particular, un valor de pH de como máximo 4,5, por ejemplo, un intervalo de pH de 0 a 4,5, de 0,5 a 4, o de 1 a 3,5, por ejemplo un valor de pH de alrededor de 4, 3,5, 3, 2,5, 2, 1,5 o 1. El ajuste de un valor de pH ácido correspondiente puede llevarse a cabo en particular mediante uno de los ácidos mencionados anteriormente. Alternativa o adicionalmente, los efluentes de reacción producidos al realizar previamente otro procedimiento de acuerdo con la invención se pueden usar para el ajuste del valor de pH.
- De acuerdo con una forma de realización alternativa, el procedimiento se lleva a cabo en el intervalo de pH básico de más de 7 hasta 14, en particular en el intervalo de valores de pH más altos, tal como en el intervalo de pH 8,5 a 14 o pH 9,0 a 13,5, por ejemplo, alrededor de pH 9, pH 10, pH 11, pH 12, pH 13 o pH 14. El ajuste de un valor de pH básico correspondiente puede llevarse a cabo en particular mediante una de las bases mencionadas anteriormente, y/o, de manera análoga, mediante la adición de efluentes de reacción de un procedimiento previo de acuerdo con la invención realizado a pH básico.
- El control del proceso puede estar diseñado de modo que antes de comenzar la reacción mediante el procedimiento de acuerdo con la invención se establezca un valor de pH deseado y luego el procedimiento continúe sin más regulación del valor pH. Alternativamente, se especifica un valor teórico de pH ácido o básico como parte del control del proceso, aunque los expertos en la materia entenderán que, mientras se realiza un procedimiento, el valor real respectivo puede diferir del valor teórico, u oscilar alrededor de este, de modo que, en el curso del procedimiento, se puede realizar un reajuste del valor de pH. Del mismo modo, en lugar de un valor de pH, se puede especificar un intervalo de pH, dentro de la cual se produce una regulación.
- De acuerdo con una forma de realización, se usa un catalizador a base de metal, que se selecciona de entre sales de hierro y nanopartículas de hierro. Las nanopartículas de hierro son conocidas por el experto en la materia, por ejemplo en forma de nanopartículas de óxido de hierro, tal como se describe, por ejemplo, en Samanta *et al.*, *Journal of Materials Chemistry*, 18: 1204-1208 (2008), o en Lyon *et al.*, *Nanoletters*, 4(4): 719-723 (2004).
- Los procedimientos de carbonización hidrotermal descritos en el estado de la técnica imitan el proceso geológico natural de formación de carbón. A este respecto se utiliza biomasa como material de partida, es decir un sustrato que se corresponde esencialmente con los sustratos naturales de la formación de carbón geológica, que se imitará básicamente mediante la carbonización hidrotermal. Sorprendentemente, en el marco de la invención se ha encontrado que el material de plástico también se puede hacer reaccionar dando lugar a un sólido similar al carbón o partículas del mismo, aunque tanto la estructura química como la estructura microscópica y macroscópica del material de plástico difieren de la biomasa.
- En el marco de la invención se ha encontrado que la conversión de material de plástico en partículas de un sólido similar al carbón puede mejorarse, por ejemplo, puede realizarse en condiciones menos extremas, como por ejemplo un valor pH más neutro, una temperatura más baja o una duración más corta del procedimiento, si la mezcla de reacción comprende, además del material de plástico, adicionalmente material biológico. En consecuencia, la mezcla de reacción contiene material biológico, ascendiendo la relación en peso de material de plástico respecto a material biológico a desde 750:1 hasta 1,5:1. En el marco de la invención, por material biológico se entiende material vegetal, animal o de microorganismos, por ejemplo, plantas completas o partes de plantas, tales como hojas, tallos, raíces o semillas, como por ejemplo residuos de jardinería o forraje; carcasas completas o partes de carcasas, por ejemplo carne, vísceras o despojos de cualquier tipo, deposiciones; o mezclas o productos de los mismos, tales como alimentos residuos de cocina, sobras de comida, entendiéndose por sobras de comida, en particular, las sobras que se producen durante la preparación de comidas y las sobras de comidas preparadas y las sobras producidas en la elaboración de alimentos, tales como subproductos o residuos, por ejemplo, el suero de leche como subproducto de la elaboración de queso; además, los productos derivados de las sustancias antes mencionadas, tales como grasas animales o aceites vegetales; excrementos y sus derivados, tales como el estiércol, purín, estiércol licuado o lodo de depuración, así como productos derivados técnicos, tales como aceite de freír a base de grasas animales o aceites vegetales; carbón de lodos de depuración como producto de la carbonización hidrotermal o efluentes de reacción de la carbonización hidrotermal, por ejemplo, en el contexto de la carbonización hidrotermal de lodo de depuración, celulosa u otra biomasa. También se agrupan bajo el término material biológico las masas celulares que fueron producidas especialmente para su uso en un procedimiento de acuerdo con la invención, por ejemplo suspensiones bacterianas, suspensiones de algas o suspensiones de protozoos. Los ácidos orgánicos aislados que se añaden a la mezcla de reacción no cuentan como material biológico.
- En el marco del procedimiento se puede utilizar sustancias poco miscibles en agua o hidrófobas, tales como aceites o, en particular, aceites vegetales, por ejemplo con un porcentaje en volumen de hasta el 50 %, en particular de hasta el 25 %. Si se utilizan tales sustancias, la mezcla de reacción puede comprender por tanto tensioactivos o sustancias tensioactivas apropiadas, que el experto en la materia puede determinar fácilmente. Ejemplos de estos son tensioactivos no iónicos, aniónicos, catiónicos o anfóteros, conocidos en la técnica.
- La relación en peso de material de plástico respecto a material biológico se puede elegir, a este respecto, dentro de

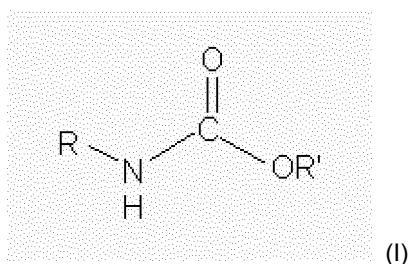
un amplio intervalo, por ejemplo, desde 750:1 hasta 1,5:1. Preferentemente, sin embargo, el material de plástico está presente en mucha mayor medida. En el marco de la invención, sorprendentemente se ha encontrado que incluso pequeñas cantidades de material biológico favorecen la reacción. De manera especialmente preferente, la relación en peso de material de plástico respecto a material biológico es, por consiguiente, desde 100:1 hasta 1,5:1, por ejemplo desde 50:1 hasta 1,6:1, en particular desde 25:1 hasta 1,7:1.

El material biológico se selecciona preferentemente de entre celulosa, almidón, materiales que contienen celulosa y almidón, lodo de depuración, carbón de lodos de depuración, *Jatropha*, desperdicios de alimentos, restos vegetales, tales como hojas, en particular hojas de roble, o mezclas de dos o más de los mismos. De plantas en general o plantas del género *Jatropha*, puede usarse toda la planta o cualquier parte de la planta, como las raíces, troncos, hojas, peciolo o semillas, en cada caso en forma sin triturar o triturada, o aceite obtenido a partir de las semillas, o mezclas de uno o más de los anteriores. La *Jatropha* es muy adecuada ya que es una planta de rápido crecimiento, que está fácilmente disponible como material biológico, en particular para llevar a cabo el procedimiento a escala industrial. Sin embargo, también otras plantas de rápido crecimiento son especialmente adecuadas.

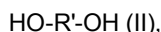
De acuerdo con un perfeccionamiento particular, se excluyen del material biológico uno o más de los siguientes ejemplos, seleccionados de entre madera, papel o productos de papel, y material vegetal agrícola.

El material de plástico puede comprender, además de poliuretanos y/o poliésteres, cualquier plástico o mezclas de los mismos. De acuerdo con una configuración particular del procedimiento de acuerdo con la invención, el material de plástico comprende una fracción ligera proveniente de la trituración, poliéster, poliuretano (PUR), en donde el poliuretano se selecciona preferentemente de espuma de poliuretano flexible (espuma de PUR flexible), espuma de poliuretano rígida (espuma de PUR rígida), y/o espuma de poliuretano de dureza media, o mezcla de dos o más de las mismas, o se compone, en particular, de una o más de las espumas anteriormente mencionadas. De acuerdo con configuraciones preferidas adicionales, el material de plástico se compone o bien de poliéster, por ejemplo de poli(tereftalato de etileno) o mezclas de diversos derivados de poli(tereftalato de etileno), o bien de poliuretano, o bien de espuma de poliuretano flexible, o bien de espuma de poliuretano de dureza media, o bien de espuma de poliuretano rígida, o bien de una mezcla de dos o tres de los mismos, que se seleccionan de espuma de poliuretano flexible, espuma de poliuretano de dureza media y espuma de poliuretano rígida. El término fracción ligera proveniente de la trituración es conocido por los expertos en la industria de los residuos y generalmente describe una mezcla heterogénea, que puede estar compuesta por diferentes plásticos, materiales orgánicos e inorgánicos, dependiendo la composición concreta del tipo de residuo desmenuzado. Un ejemplo de una fracción ligera proveniente del triturado se produce con el reciclaje de frigoríficos, cuya espumación de las cavidades de espuma se compone de PUR rígida, dado el caso con la mezcla de otros plásticos, por ejemplo plásticos, debido al paso de cables. La fracción ligera proveniente del triturado obtenida en el reciclaje de frigoríficos todavía puede contener componentes minerales, por ejemplo debido a las cargas contenidas en el PUR.

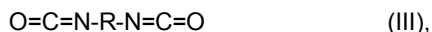
Como es habitual en la técnica, se entiende por poliuretano un polímero que presenta como grupo característico el grupo uretano según la siguiente fórmula (I):



Los poliuretanos generalmente se pueden obtener mediante la poliadición de alcoholes dihidricos o superiores de fórmula (II)



en donde R' es un resto alifático o aromático de bajo peso molecular o incluso ya polimérico, que comprende dado el caso al menos un grupo hidroxilo adicional, con diisocianatos de fórmula general (III)



en donde R tiene el mismo significado que R'.

La química y la fabricación técnica y el procesamiento de poliuretanos son ampliamente conocidos por los expertos en la materia y se describen, por ejemplo, en Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, 6ª Edición Completamente

Revisada, Wiley-VHC Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, Alemania, 2003, tomo 28, páginas 667-722. La mayoría de las espumas de poliuretano (también denominadas a continuación espumas de PUR) se producen a base de isocianatos aromáticos. Los ejemplos más importantes de este grupo son las mezclas de los isómeros 2,4-toluenodisocianato y 2,6-toluenodisocianato (TDI), así como mezclas de isómeros de difenilmetanodisocianato (MDI), como ejemplos no limitativos de los cuales se pueden mencionar difenilmetano-2,2'-diisocianato (2,2'-MDI), difenilmetano-2,4'-diisocianato (2,4'-MDI) y difenilmetano-4,4'-diisocianato (4,4'-MDI), y MDI prepolimerizado. TDI 80 es el diisocianato más importante en la fabricación de espuma flexible, en donde el número 80 se refiere al porcentaje del isómero 2,4-toluenodisocianato altamente reactivo. Como componentes de polioli se utilizan preferentemente poliéteres, poliéster o diaminas. Además, las propiedades también pueden modificarse agregando estabilizadores tales como copolímeros de silicona-poliéter, epóxidos, benzofenona y otras sustancias. También los aditivos pueden variar las propiedades de la espuma. Por ejemplo, el éster de ácido fosfórico se utiliza como retardante de llama. También se pueden incorporar en las espumas agentes de refuerzo mecánicos tales como, por ejemplo, fibras de carbono. Pueden usarse también cargas, como por ejemplo carbonato de calcio.

Ejemplos no limitativos de fuentes de material de plástico, que se compone de o comprende poliuretano, son residuos de fabricación de la industria del colchón, la industria automovilística, la industria de la construcción, la industria del mueble, la industria del calzado, la industria eléctrica y la industria del deporte/tiempo libre, o productos defectuosos o ya no utilizados de estas industrias, como por ejemplo colchones; partes de carrocerías u otras partes de vehículos tales como parachoques, salpicaderos, reposacabezas, apoyabrazos o alfombrillas; paneles de pared o aislamientos de tuberías; muebles o partes de muebles; zapatos o partes de zapatos, tales como suelas o punteras; revestimiento de cables, enchufes, regletas de enchufes o sus partes; o equipos deportivos tales como tablas de *snowboard* o ruedas de patines.

En el marco del procedimiento de acuerdo con la invención, en particular se pueden usar espumas de poliuretano (también denominadas a continuación espumas de PUR) seleccionadas de entre las siguientes composiciones: espumas de PUR flexibles a base de polioles de poliéter no reactivos (llamados polioles de poliéter estándar) con pesos moleculares de alrededor de 3000 g/mol, cargadas (con copolímeros de SAN, es decir, copolímeros de estireno-acrilonitrilo) o sin cargar; espumas de PUR flexibles a base de polioles de poliéter reactivos de alta resiliencia con pesos moleculares de más de 3000 g/mol, cargadas (con copolímeros de SAN o PHD, es decir, dispersión de poliurea) o sin cargar; espumas de PUR flexibles a base de polioles de poliéter reactivos de 6 funciones; espumas de PUR flexibles a base de polioles de poliéter Hypersoft; espumas de PUR flexibles a base de polioles de poliéter y mezclas de los mismos, que dan lugar a espumas viscoelásticas y pueden contener como componente también PEG (polietilenglicol); espumas de PUR flexibles a base de polioles de poliéster, cargadas o sin cargar; espumas de PUR flexibles a base de las mezclas de polioles antes mencionadas en combinación con TDI o MDI; y espumas de PUR rígidas o de dureza media a base de las mezclas de polioles antes mencionadas en combinación con TDI o MDI, así como espumas rígidas integrales constituidas por los componentes antes mencionados.

De acuerdo con perfeccionamiento particulares, las espumas de PU comprenden uno o más de la familia de productos de espumas flexibles y/o uno o más de la familia de productos de espumas rígidas y/o uno o más de la familia de productos de espumas de dureza media.

Las espumas flexibles comprenden plásticos tales como espumas de poliéter estándar, espumas de poliéter de alta resiliencia, espumas de poliéter modificado por combustión (CME), espumas de poliéter de alta resiliencia modificadas por combustión (CMHR), espumas de poliéter y espumas de poliéster viscoelásticas. Composiciones a modo de ejemplo son conocidas por el experto en la materia y se describen, por ejemplo, en las publicaciones DE 3630225 C2, US 3.905.924 y DE 10 2007 051 089 A1.

Preferentemente, estas espumas flexibles comprenden los siguientes componentes o consisten en combinaciones de dos o más de los mismos:

Isocianatos:

2,4 y/o 2,6-toluenodisocianato (TDI) y cualquier mezcla de estos isómeros; 4,4' y/o 2,2'-difencilmetanodisocianatos (MDI) y cualquier mezcla de estos isómeros; MDI polimérico (MDI "en bruto") y MDI prepolimerizado con polioles polihídricos (preferentemente poliéteres di y/o trihídricos); y/o cualquier mezcla de TDI y MDI de los isómeros y antes mencionados y configuraciones.

Polioles:

polioles de poliéter y/o polioles de poliéster, como se conocen *per se* para la fabricación de espumas de poliuretano celulares y homogéneas y que se describen, por ejemplo, en el documento DE-A 2 832 253 (páginas 11-18).

Como ejemplos se mencionan aquí:

- poliéteres (estándar) con grupos hidroxilo (funcionalidades) de preferentemente 2 y 3; poliéteres (estándar) cargados con materia sólida de SAN (estireno-acrilonitrilo) con grupos hidroxilo (funcionalidades) de preferentemente 2 y 3; poliéteres Hypersoft con funcionalidades de preferentemente 3;
- 5 poliéteres reactivos con grupos hidroxilo primarios, preferentemente con funcionalidades de 3, 5 y 6;
- poliéteres reactivos cargados con materia sólida de SAN (estireno-acrilonitrilo) o PHD (dispersión de poliurea) con grupos hidroxilo primarios, referentemente con una funcionalidad de 3;
- polioles reactivos prepolimerizados con TDI, preferentemente con una funcionalidad de 3;
- 10 polioles no reactivos prepolimerizados con TDI también conocidos como "cuasi-prepolímeros" (QPP), preferentemente con una funcionalidad de 3, en los que los polioles están presentes en mayor medida que el TDI;
- polioles a base de materias primas renovables y de diferentes funcionalidades. Productos de aceite natural con diferentes números de grupos hidroxilo, siendo un ejemplo no limitativo el aceite de ricino;
- 15 compuestos con grupos amino o grupos hidroxilo, que sirven como extensores de cadena o reticuladores y generalmente presentan de 2 a 8, preferentemente de 2 a 4, átomos de hidrógeno reactivos frente a los isocianatos, por ejemplo, dietanolamina, trietanolamina, diisopropanolamina, sorbitol, glicerina y urea.
- Estas espumas flexibles comprenden, al igual que las espumas rígidas mencionadas a continuación, opcionalmente uno o más componentes adicionales, seleccionados de entre: catalizadores del tipo conocido *per se*, tales como aminas terciarias y aminas (incorporables) reactivas;
- 20 compuestos de estaño (II) y compuestos de zinc, aditivos tensioactivos, tales como emulsionantes, estabilizadores de espuma, retardantes de llama, sorbitol, glicerina, diaminas, urea, aminas terciarias, y estabilizadores a base de siloxano o no a base de siloxano.
- Las espumas de dureza media son en principio espumas flexibles, pero que se distinguen de estas por una mayor resistencia a la compresión, por ejemplo, resistencias a la compresión de aproximadamente 7 kPa o más.
- 25 Las espumas rígidas de este perfeccionamiento particular se pueden encontrar, por ejemplo, en productos tales como paneles aislantes (también como elementos de tipo sándwich con diferentes capas de cubierta), espumas locales, espumas de inyección, espumas producidas por el procedimiento de superposición, espumas para rellenos de paneles solares, espumas para aislamientos de tuberías, espumas de relleno y montaje y espumas de bloque.
- 30 Tales composiciones son ampliamente conocidas por los expertos en la materia y se describen exhaustivamente, por ejemplo, en el documento EP 0 318 784 A2.
- Preferentemente, estas espumas rígidas comprenden los siguientes componentes o consisten en combinaciones de dos o más de los mismos:
- 35 Isocianatos:
- 2,4 y/o 2,6-toluenodiisocianato (TDI) y cualquier mezcla de estos isómeros; 4,4' y/o 2,2'-difenilmetanodiisocianatos (MDI) y cualquier mezcla de estos isómeros;
- 40 MDI polimérico (MDI "en bruto") y MDI prepolimerizado con polioles polihídricos (preferentemente poliéteres di y/o trihídricos); cualquier mezcla de TDI y MDI de los isómeros y antes mencionados y configuraciones, aunque preferentemente MDI polimérico (MDI en bruto).
- 45 De acuerdo con una forma de realización particular, el material de plástico comprende o se compone de una espuma de poliuretano rígida, en donde la reacción tiene lugar en un intervalo de temperatura de 198 °C a 202 °C, en particular a 200 °C. El procedimiento tiene lugar preferentemente en un intervalo de pH de 2 a 4, por ejemplo, a pH 3, y/o a lo largo de un período de 3 a 5 horas, por ejemplo, más de 4 horas. Esta forma de realización es particularmente adecuada para la fabricación de partículas con un tamaño inferior a 4 µm o inferior a 3 µm,
- 50 determinado como tamaño de equivalencia a través de la dispersión de la luz láser.
- De acuerdo con una forma de realización particular, el material de plástico o bien comprende o se compone de una espuma de poliuretano flexible, o bien comprende o se compone de una espuma de poliuretano rígida, en donde la reacción tiene lugar en un intervalo de temperatura de 218 °C a 222 °C, en particular a 220 °C. El procedimiento
- 55 tiene lugar preferentemente en un intervalo de pH de 2 a 4, por ejemplo, a pH 3, y/o a lo largo de un período de 3 a 5 horas, por ejemplo, más de 4 horas. Esta forma de realización es particularmente adecuada para la fabricación de partículas con un tamaño inferior a 4 µm de espuma de poliuretano flexible, o de partículas de un tamaño inferior a 0,8 µm o inferior a 0,3 µm, en cada caso determinado como tamaño de equivalencia a través de la dispersión de la luz láser.
- 60 De acuerdo con una forma de realización particular, el material de plástico comprende o se compone de una espuma de poliuretano de dureza media, en donde la reacción tiene lugar en un intervalo de temperatura de 198 °C a 202 °C, seguido de trituración mecánica, de una reducción opcional del contenido de agua, y de una adición de un disolvente orgánico. Después de añadir el disolvente orgánico, constituido por ejemplo por acetona, isopropanol o una mezcla
- 65 de los mismos, aunque preferentemente acetona, puede seguir opcionalmente una centrifugación para el fraccionamiento por tamaño. El sedimento y el sobrenadante obtenidos por la centrifugación se separan, y se añade

un disolvente orgánico, constituido por ejemplo por acetona, isopropanol o una mezcla de los mismos, aunque preferentemente isopropanol, en cada caso al sedimento o al sobrenadante. La trituración mecánica tiene lugar, por ejemplo, mediante molienda, por ejemplo en un molino de bolas.

- 5 En todas las formas de realización del procedimiento que comprenden una adición de disolvente orgánico, las partículas pueden usarse en el disolvente para un uso previsto, o el disolvente se puede eliminar obteniendo así partículas secas.

- 10 De acuerdo con una forma de realización general, la mezcla de reacción comprende del 1 al 75 por ciento en peso, preferentemente del 2 al 50 por ciento en peso, por ejemplo del 3 al 5 por ciento en peso de material de plástico, seleccionado de entre poliuretano, en particular espuma de poliuretano, de entre poliéster, en particular poli(tereftalato de etileno), de entre fracción ligera proveniente del triturado o mezclas de los mismos, es decir, de entre mezclas de dos o más de los ejemplos anteriormente mencionados, así como del 0,1 al 25 por ciento en peso de material biológico, aunque manteniéndose una relación de peso en el intervalo de 750:1 a 1,5:1, y teniendo lugar la reacción a una temperatura de 195 °C a 225 °C, en particular de 200 °C a 220 °C.

El procedimiento de acuerdo con la invención puede realizarse de manera discontinua, continua o semicontinua.

- 20 En el procedimiento discontinuo, también conocido como procedimiento por lotes, los materiales de partida, es decir, en particular, el material de plástico y el material biológico, se introducen en un recipiente de reacción, se someten a las condiciones de reacción, y el producto de reacción, es decir el lodo de carbón, se extrae una vez transcurrido el tiempo de reacción. A continuación, el recipiente de reacción se carga con un nuevo lote de material de plástico. Durante la reacción no se suministra material de plástico nuevo, pero, dado el caso, se puede suministrar ácido y/o base, en caso de que el valor de pH real se desvíe demasiado del valor de pH teórico o del intervalo de pH teórico.
- 25 Por razones técnicas, después de la extracción de la suspensión de partículas del sólido similar al carbón, una pequeña porción de las mismas aún puede permanecer, dado el caso, en el recipiente de reacción.

- 30 En el procedimiento continuo, el material de plástico no se introduce en el recipiente de reacción de una vez antes del inicio de la reacción, sino que se alimenta continuamente, de modo que en cualquier momento se alimenta nuevo material de plástico. De manera similar, la suspensión resultante de partículas del sólido similar al carbón también se extrae continuamente. Por lo general, la alimentación y la extracción se llevan a cabo por diferentes lugares, en particular, la mezcla de reacción puede empujarse desde el punto de alimentación hasta el punto de extracción o transportarse por medios de transporte activos dentro del recipiente de reacción. En consecuencia, hay un bajo grado de reacción en puntos cercanos al punto de alimentación, desplazándose o transportándose la mezcla de reacción hacia el punto de extracción y presentando, a medida que se aproxima al punto de extracción, un mayor grado de reacción.

- 40 Los procedimientos semicontinuos representan cualquier forma de transición posible entre los dos procedimientos mencionados anteriormente. Por ejemplo, la extracción de la suspensión de partículas del sólido similar al carbón puede no realizarse sustancialmente por completo después de llevar a cabo un procedimiento discontinuo, de modo que parte de la suspensión también forma parte del lote de la siguiente reacción. La suspensión puede favorecer, entonces, como una especie de material iniciador, la reacción del material de plástico de este lote siguiente, en particular, si hay incluidos productos intermedios sin reaccionar en la suspensión. Como ejemplo adicional, a modo de variación de un procedimiento continuo, la alimentación de nuevo material de plástico puede no ser constante, de modo que no se alimenta nuevo material de plástico en cualquier momento, sino más bien solo en determinados momentos, por ejemplo periódicamente, o después de determinar un cierto grado de reacción del material de plástico que se encuentra en el recipiente de reacción.

- 50 Como recipiente de reacción puede usarse, por ejemplo, cualquier tipo de dispositivo habitual en la técnica o que el experto en la materia pueda adaptar fácilmente con fines del procedimiento de acuerdo con la invención. Ejemplos del mismo incluyen recipientes a presión o reactores a presión, que están diseñados para un llenado por lotes y que proporcionan volúmenes de reacción desde a escala de laboratorio, por ejemplo de 0,1 a 10 litros, pasando por intervalos intermedios de 10 litros a 1 metro cúbico, y hasta a gran escala industrial en el intervalo de 1 metro cúbico a decenas o cientos de metros cúbicos. Alternativamente, los recipientes a presión o los reactores a presión pueden estar diseñados para un funcionamiento continuo o semicontinuo y comprenden esclusas de aire para alimentar material de plástico o extraer la suspensión de partículas del sólido similar al carbón.

- 60 En el marco de un procedimiento de acuerdo con la invención, en particular puede estar prevista una reducción del contenido de agua de la suspensión de partículas del sólido similar al carbón, en donde el efluente de reacción obtenido se realimenta dado el caso total o parcialmente a una mezcla de reacción. Por ejemplo, se puede realimentar al mismo procedimiento en el que se ha producido, o se puede usar, dado el caso después de un almacenamiento, para un procedimiento adicional de acuerdo con la invención, que discurre temporal o espacialmente por separado del procedimiento en el que se produjo originalmente el efluente de reacción. La separación del efluente de reacción puede tener lugar, a este respecto, directamente en el recipiente de reacción, por ejemplo por succión del efluente de reacción a través de una tobera de filtro, que retiene el material particulado o sólido completa o sustancialmente, de modo que queda una mezcla de reacción más concentrada con respecto al

material particulado o sólido. Preferentemente, sin embargo, la mezcla de reacción se retira parcial o completamente del recipiente de reacción, de modo que una separación de efluente de reacción tiene lugar fuera del recipiente de reacción. El efluente de reacción separado es realimentado luego a una mezcla de reacción. Puede tratarse de la misma mezcla de reacción de la cual se extrajo originalmente el efluente de reacción, pudiendo suministrarse el efluente de reacción también en forma modificada. Por ejemplo, el efluente de reacción se suministra a una temperatura modificada o con un valor de pH modificado, por ejemplo, para ajustar la temperatura o el valor de pH en el recipiente de reacción a un valor o intervalo deseado. El efluente de reacción no modificado se puede utilizar en particular en el funcionamiento discontinuo, para formar parcial o completamente la mezcla de reacción en un nuevo recipiente de reacción. El efluente de reacción separado en el marco de un secado térmico puede, dado el caso, después de una condensación, formar una nueva mezcla de reacción o suministrarse a una mezcla de reacción ya existente.

Al volver a suministrar el efluente de reacción a una mezcla de reacción, el efluente de reacción se reutiliza varias veces o repetidamente. Esto es particularmente ventajoso si hay presentes valores de pH relativamente bajos o altos, ya que el efluente de reacción no tiene que ser neutralizado o desechado como residuo químico, sino que permanece en la práctica total o al menos parcialmente en un circuito en el procedimiento.

La presente invención se refiere, además, a una suspensión de partículas del sólido similar al carbón o a partículas del sólido similar al carbón, que pueden obtenerse u obtenidas en cada caso en el marco de un procedimiento de acuerdo con las reivindicaciones o la descripción anterior con las configuraciones descritas en la misma, perfeccionamientos o combinaciones de las mismas, es decir producidas, dado el caso, a través de estos procedimientos.

De acuerdo con la invención, tales partículas, contenidas en tal suspensión o recuperadas de la misma en forma aislada, se caracterizan por que al menos el 90 % de las partículas tienen un tamaño máximo de como máximo 75 μm , en donde, dado el caso, se eliminan o se ignoran fracciones gruesas de la suspensión, como las que tienen tamaños de más de 0,04 milímetros, 0,042 milímetros, 0,125 milímetros, uno o dos milímetros, de modo que se consideran las fracciones seleccionadas en función del tamaño, es decir, por ejemplo, aquellas en el intervalo de tamaño de hasta 0,04 milímetros, 0,042 milímetros, 0,125 milímetros, uno o dos milímetros. De acuerdo con una forma de realización adicional, tales partículas en forma aislada o contenidas en una suspensión de este tipo se caracterizan por que al menos el 50 % de las partículas tienen un tamaño máximo de como máximo 25 μm . De acuerdo con otra forma de realización más, tales partículas en forma aislada o contenidas en una suspensión de este tipo se caracterizan por que al menos el 10 % de las partículas tienen un tamaño máximo de como máximo 1 μm . Las partículas de esta forma de realización son particularmente adecuadas para los usos descritos a continuación. El tamaño de las partículas se determina como tamaño de equivalencia a través de un dispositivo de medición de partículas por láser, que cumple con las especificaciones de la norma ISO 13320. El tamaño de las partículas se sitúa, por lo tanto, en el intervalo de los micrómetros de dos dígitos o de un solo dígito, o intervalo submicrométrico. Por ejemplo, los tamaños de las partículas hasta el intervalo nanométrico de tres dígitos se pueden usar para la información del tamaño en el contexto de la presente invención, en particular una medición en un intervalo de medición de 80 nm a 42 μm .

La invención se refiere, además, al uso de suspensiones de partículas de un sólido similar al carbón o de las propias partículas de un sólido similar al carbón. De acuerdo con una forma de realización se usan suspensiones de partículas de un sólido similar al carbón o partículas de un sólido similar al carbón, obtenidas a través de un procedimiento de acuerdo con la invención previamente descrito, como sucedáneo de negro de humo o para la fabricación de un sucedáneo de negro de humo. De acuerdo con una forma de realización más amplia, se utilizan suspensiones de partículas de un sólido similar al carbón o las propias partículas de un sólido similar al carbón como sucedáneo de negro de humo, que se producen haciendo reaccionar una mezcla de reacción acuosa, que comprende un material de plástico, que contiene uno o más plásticos hidrolizables, seleccionados preferentemente de entre poliuretanos y/o poliésteres, y además material biológico, ascendiendo la relación en peso de material de plástico respecto a material biológico preferentemente a desde preferentemente 750:1 hasta 1,5:1, a una presión de desde 2 hasta 60 bares y una temperatura de desde 180 °C hasta 250 °C, preferentemente de 195 °C a 225 °C, en presencia de un catalizador, seleccionado de entre un ácido, una base y/o un catalizador a base de metal o a base de azufre, a lo largo de un periodo de 0,1 a 48 horas, y recuperando la suspensión obtenida de partículas de un sólido similar al carbón. La recuperación de la suspensión de acuerdo con la realización más amplia va seguida preferentemente de una o más etapas, seleccionadas de entre una reducción del contenido de agua para recuperar las partículas, un tratamiento con disolvente y/o una etapa de trituración para aumentar el número de partículas y/o un fraccionamiento por tamaño. En la realización más amplia mencionada, el material de plástico, el material biológico, los períodos de reacción, los ácidos, las bases y los catalizadores a base de metal o azufre, dado el caso, los valores de pH o intervalos de pH y, dado el caso, detalles adicionales del control de proceso son tal y como se definieron anteriormente. La proporción en peso del 1 al 75 % en peso de material de plástico se refiere al peso total de la mezcla de reacción y comprende, por ejemplo, del 2 al 50 % en peso, del 5 al 40 % en peso, del 10 al 30 % en peso, o del 15 al 25 % en peso, por ejemplo, por tanto, alrededor del 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70 o 75 por ciento en peso. Preferentemente, menos del 10 por ciento en peso de los plásticos contenidos en el material de plástico son plásticos polihalogenados.

La invención se refiere, en un aspecto adicional, por tanto, a un sucedáneo de negro de humo, que comprende o se

compone de una correspondiente suspensión de partículas de un sólido similar al carbón o partículas de un sólido similar al carbón. En el caso más simple, el sucedáneo de negro de humo consiste, por tanto, en una suspensión de partículas de un sólido similar al carbón, que puede ser utilizada directamente, o de partículas del sólido similar al carbón, que pueden ser utilizadas directamente. En un perfeccionamiento opcional, el sucedáneo de negro de humo comprende uno o más aditivos, que se seleccionan –en función del uso previsto del sucedáneo de negro de humo– independientemente uno de otro de entre algicidas, bases, biocidas, agentes de dispersión, partículas de metal electrificables, emulsionantes, antiespumantes, colorantes, retardantes de llama, mejoradores de flujo, fungicidas, crioprotectores, sustancias aromáticas, conservantes, agentes tensioactivos, pigmentos, sustancias tampón, ácidos y/o aditivos reológicos, sustancias portadoras tales como grasas, ceras, aceites o emulsiones, inhibidores de UV, otros aditivos mencionados más adelante, y similares. La presente invención proporciona así ventajosamente posibilidades para reemplazar el denominado negro de humo industrial por un sucedáneo de negro de humo, que se produce de una manera que ahorra recursos al convertir material de plástico ya existente. El negro de humo industrial es un importante producto intermedio técnico, que se utiliza en una gran cantidad de productos finales. El negro de humo industrial es bien conocido por el experto en la técnica y se produce, por ejemplo, como negro de humo de combustión por la combustión incompleta de hidrocarburos o como negro de humo térmico por descomposición térmica. Convencionalmente, el negro de humo industrial se produce en reactores térmicos, en particular en hornos, en los que se quema un combustible de manera controlada junto con aire, tal como se describe por ejemplo en las patentes US 7.431.909 B1 y US 7.655.209 B2.

De acuerdo con una forma de realización, el sucedáneo de negro de humo comprende del 1 al 99 % en peso de partículas del sólido similar al carbón, por ejemplo, hasta el 99 por ciento en peso, hasta el 95 por ciento en peso, hasta el 90 por ciento en peso, hasta el 80 por ciento en peso, hasta el 70 por ciento en peso, hasta el 60 por ciento en peso, hasta el 50 por ciento en peso, hasta el 40 por ciento en peso, hasta el 30 por ciento en peso, hasta el 20 por ciento en peso, hasta el 10 por ciento en peso, o hasta 5 por ciento en peso, y además, correspondientemente, del 99 al 1 por ciento en peso de negro de humo industrial, por ejemplo, hasta el 99 por ciento en peso, hasta el 95 por ciento en peso, hasta el 90 por ciento en peso, hasta el 80 por ciento en peso, hasta el 70 por ciento en peso, hasta el 60 por ciento en peso, hasta el 50 por ciento en peso, hasta el 40 por ciento en peso, hasta el 30 por ciento en peso, hasta el 20 por ciento en peso, hasta el 10 por ciento en peso, o hasta 5 por ciento en peso de negro de humo industrial. El sucedáneo del negro de humo de esta realización puede componerse únicamente de partículas del sólido similar al carbón y de negro de humo industrial, o adicionalmente de uno o más aditivos, por ejemplo, de acuerdo con la lista no exhaustiva anterior, que proporcionan la diferencia hasta el 100 por ciento en peso.

Otro objeto de la invención se refiere al uso de este sucedáneo de negro de humo como carga, como carga de refuerzo, como estabilizador de UV, como promotor de conductividad, como pigmento, como componente de o como aditivo para composiciones colorantes, tintas, tóneres, composiciones cosméticas, materiales de construcción, plásticos, o caucho, y, por lo tanto, también a correspondientes composiciones colorantes, composiciones cosméticas, materiales de construcción, plásticos, o cauchos, que comprenden un sucedáneo de negro de humo de acuerdo con la invención, o al uso de tal sucedáneo de negro de humo para la fabricación de los productos mencionados anteriormente, así como estos productos mencionados anteriormente, que comprenden o se componen de un sucedáneo de negro de humo.

El sucedáneo de negro de humo como carga sirve para proporcionar una parte del volumen de un material. El sucedáneo de negro de humo como carga de refuerzo no solo proporciona volumen, sino que ayuda a proporcionar determinadas propiedades del material. El sucedáneo de negro de humo como estabilizador de UV absorbe la radiación ultravioleta y/o contribuye a aumentar la resistencia frente a UV del material en el que está contenido o sobre el que está aplicado. El sucedáneo de negro de humo como promotor de conductividad permite la conducción de corriente eléctrica y es adecuado, por ejemplo, para la fabricación de electrodos o pastas conductoras. El sucedáneo de negro de humo como pigmento proporciona en sí mismo un color propio o es adecuado para modificar, en interacción con otros pigmentos o colorantes, sus colores y, por lo tanto, el color percibidos en última instancia por un observador.

En el marco de la presente invención, como composiciones colorantes se designa a cualquier producto, excepto composiciones cosméticas, que pueden usarse para producir un color coloreado o acromático sobre un sustrato o en un líquido, o para crear elementos gráficos o caracteres sobre un sustrato. Ejemplos no limitativos de composiciones colorantes son pinturas en emulsión, tintas y tóneres. Preferentemente, en el marco de la invención se proporcionan tamaños de partícula que van desde el intervalo submicrométrico hasta el intervalo micrométrico de dos dígitos, que son particularmente adecuados para tales aplicaciones. Por ejemplo, el porcentaje en peso de las partículas o del sucedáneo de negro de humo es del 1 al 80 por ciento en peso, del 5 al 50 por ciento en peso, del 7 al 35 por ciento en peso, o del 10 al 20 por ciento en peso, en cada caso con respecto al peso total de la composición colorante.

El sucedáneo de negro de humo se utiliza así en pinturas en emulsión o para la fabricación de pinturas en emulsión, lo que significa cualquier tipo de pinturas basadas en dispersiones en líquidos o emulsiones acuosas u orgánicas. Ejemplos de ello son barnices de baja viscosidad y pinturas viscosas, que se utilizan para las paredes de la casa, y pinturas opacas, es decir, pinturas suspendibles en agua a partir de pigmentos y cargas. El sucedáneo de negro de humo sirve, a este respecto, como pigmento y le da a la pintura de emulsión su color, o modifica el color de la pintura en emulsión dado el caso predeterminado por otros pigmentos y/o colorantes. Las pinturas en emulsión

correspondientes contienen opcionalmente uno o más pigmentos adicionales en forma dispersa y/o uno o más colorantes en forma disuelta, y/o una o más sustancias auxiliares habituales adicionales, que pueden seleccionarse, por ejemplo, de entre algicidas, bases, biocidas, fungicidas, agentes de dispersión, antiespumantes, crioprotectores, agentes tensioactivos, sustancias tampón, ácidos y/o aditivos reológicos. Las pinturas en emulsión que contienen o se componen de sucedáneo de negro de humo también son, por lo tanto, un objeto de la presente invención.

El sucedáneo de negro de humo, por lo tanto, es utilizado también en tintas o en su fabricación, entendiéndose por tintas suspensiones o dispersiones muy fluidas, que pueden contener opcionalmente uno o más aditivos adicionales. Ejemplos no limitativos de tales aditivos adicionales, uno o más de los cuales pueden estar contenidos independientemente uno de otro de otro en las tintas, son colorantes solubles entre los que se incluyen colorantes fluorescentes; disolventes inorgánicos y/u orgánicos, tales como etanol, acetato de etilo, tolueno y/o xileno y/o sus derivados; sustancias auxiliares de dispersión; ligantes para una mejor adherencia al papel o sustrato sobre el que se escribe o pinta, tales como soluciones de laca o soluciones de resina, por ejemplo, soluciones de resina acrílica saponificada; aditivos tixotrópicos tales como geles de sílice; sustancias tampón; espesantes, por ejemplo para tintas viscosas o pastosas, por ejemplo seleccionados de entre polisacáridos tales como carboximetilcelulosa o hidroxipropilcelulosa, gomas xantano, gomas guar, gomas gellan, goma arábica, tragacanto, de entre polímeros sintéticos tales como polímeros a base de acrílico, polímeros a base de uretano y polímeros de ácido acrílico de reticulación, y/o de entre sustancias inorgánicas tales como silicato de aluminio, esmectita y montmorillonita, y mezclas de los mismos, y/o proteínas inflables, como por ejemplo gelatina; conservantes; agentes tensioactivos y sustancias aromáticas.

Ejemplos no limitativos de tintas, que pueden contener en cada caso opcionalmente uno o más colorantes solubles, son tintas para plumas estilográficas; tintas para bolígrafos, que contienen preferentemente uno o más espesantes; tintas de gel, que contienen preferentemente uno o más aditivos tixotrópicos; tintas para impresoras de inyección de tinta; y tintas chinas.

Ejemplos de tóneres son aquellos que se utilizan en impresoras o fotocopiadoras. Preferentemente, para ello se utilizan partículas de un sólido similar al carbón en el intervalo micrométrico de un solo dígito o en el intervalo submicrométrico.

Las tintas o tóneres que contienen o se componen de sucedáneo de negro de humo también son, por lo tanto, un objeto de la presente invención.

Además, la invención se refiere a composiciones cosméticas que contienen o se componen de un sucedáneo de negro de humo, por ejemplo, máscaras de pestañas, delineadores de ojos, sombras de ojos, geles para el pelo con color, barras de labios, esmaltes de uñas, polvos cosméticos, pinturas de cara, por ejemplo para carnaval o eventos deportivos, y tintas para tatuajes. Las composiciones cosméticas contienen opcionalmente uno o más aditivos, tales como, por ejemplo, cargas; espesantes, tales como el tragacanto; materias primas aceitosas, cerosas o de tipo emulsión; colorantes, sustancias aromáticas; inhibidores de UV; y/o conservantes.

Además, la invención se refiere a materiales de construcción que comprenden un sucedáneo de negro de humo de acuerdo con la invención, por ejemplo, hormigón, yeso, masilla o cerámicas tales como azulejos, cuyo color y/o consistencia se modifica mediante la adición del sucedáneo de negro de humo.

Además, la invención se refiere a plásticos que comprenden un sucedáneo de negro de humo de acuerdo con la invención. El sucedáneo de negro de humo puede proporcionar en particular el color a los plásticos, o modificar un color ya presente en el plástico.

Además, la invención se refiere a cauchos que comprenden un sucedáneo de negro de humo de acuerdo con la invención. El término "caucho" se entiende en el marco de la invención como un término genérico para cauchos naturales y cauchos sintéticos. Ejemplos no limitativos de cauchos sintéticos son caucho de cloropreno (CR según DIN ISO 1629), caucho de etileno-propileno-dieno (EPDM), caucho de acrilonitrilo butadieno (NBR), caucho de polibutadieno (BR), caucho de poliisopreno (IR), caucho de isobutileno/isopreno (IIR), caucho de estireno-butadieno (SBR), látex de estireno-butadieno (SBL) y caucho de silicona (VMQ), además, los cauchos mencionados anteriormente modificados con grupos funcionales adicionales tales como grupos carboxilo, epoxilo o silanonilo, y mezclas de dos o más de estos cauchos no modificados o modificados. En particular, el término también incluye goma como caucho vulcanizado, por ejemplo, goma blanda con una proporción de aproximadamente el 5 al 10 por ciento en peso de azufre y goma dura con una proporción de aproximadamente el 30 al 50 por ciento en peso de azufre.

El caucho que comprende un sucedáneo de negro de humo de acuerdo con la invención se utiliza de acuerdo con configuraciones particulares para esterillas de caucho, para juntas de estanqueidad, para piezas que absorben presión, tales como cojinetes de goma, para prendas de vestir tales como chubasqueros o ropa protectora contra la humedad o botas de agua o calzado protectora contra la humedad, por ejemplo, impermeables o pantalones de pesca y botas de goma, para trajes de buceo, para lonas de goma, o para neumáticos de vehículos, por ejemplo, como capa interior o como banda de rodadura. Particularmente para los neumáticos de vehículos, las partículas del

sólido similar al carbón se proporcionan preferentemente en el intervalo submicrométrico en el sucedáneo de negro de humo. En el caso del caucho para neumáticos de vehículos, el sucedáneo de negro de humo de acuerdo con la invención se puede usar, en particular, como carga de refuerzo, que no solo rellena volúmenes en el sentido de una carga, sino que ayuda a que la mezcla de caucho logre una o más propiedades deseadas, por ejemplo, una resistencia a la abrasión deseada, una resistencia al desgarro y/o adherencia deseadas.

Resultará evidente para el experto en la técnica que se pueden usar directamente suspensiones de partículas de un sólido similar al carbón, dependiendo de la aplicación, dado el caso tras reemplazar el efluente de reacción por una fase acuosa o líquida controlada, o las partículas se utilizan en forma seca. Particularmente en composiciones colorantes, presentes en una fase líquida, en particular en una fase acuosa, tales como determinadas pinturas en emulsión y tintas, al igual que en el caso de los productos cosméticos a base de agua, se puede utilizar una suspensión de partículas de un sólido similar al carbón, dado el caso tras reemplazar el efluente de reacción por una fase acuosa controlada. Alternativamente, las partículas de un sólido similar al carbón se pueden añadir en forma seca o sustancialmente sin agua en el marco de la fabricación de tales productos, por ejemplo, en polvos cosméticos, tóneres o en el marco del procesamiento de caucho.

Con el conocimiento del concepto inventivo descrito aquí, el experto en la materia es capaz de combinar las formas de realización y los perfeccionamientos anteriormente mencionados del procedimiento de acuerdo con la invención, así como algunas de sus características, de modo que las combinaciones correspondientes también forman parte de la invención. La invención se ilustrará ahora adicionalmente por medio de ejemplos, en los que, entre otras cosas, se describen en detalle varias formas de realización. Las características descritas constituyen en sí mismas o en cualquier combinación práctica el objeto de la invención, dado el caso también independiente de las reivindicaciones, y, en particular, también pueden ser objeto de una o más solicitudes independientes.

La invención se explicará ahora, dado el caso con referencia a las figuras, en más detalle. A este respecto, muestran:

la Fig. 1 partículas después de la reacción de varios tipos de PUR a 220 °C

la Fig. 2 partículas una vez molidas y tras el tratamiento con disolvente

la Fig. 3 partículas una vez molidas, tras el tratamiento con disolvente y tras la recuperación del sobrenadante

la Fig. 4 partículas una vez molidas, tras el tratamiento con disolvente y la sedimentación.

la Fig. 5 micrografía electrónica de barrido de partículas

la Fig. 6 comparación entre el barniz transparente y el barniz blanco después de la adición de partículas.

35 Ejemplos

Métodos generales

40 Determinación de la distribución del tamaño de partículas

La distribución del tamaño se determinó mediante la dispersión de la luz láser utilizando un Analysette 22 Micro Tec plus (Fritsch), en donde se determinaron los tamaños de equivalencia de las partículas de acuerdo con un principio conocido por el experto en la materia. Para las mediciones, las partículas se incorporaron en isopropanol. El resultado obtenido fue el indicador Q3(x), que indica qué porcentaje del volumen total de la muestra está contenido en partículas más pequeñas que un determinado tamaño de partícula, o el indicador dQ3 (x), que indica qué porcentaje del volumen total de la muestra está en partículas situadas dentro de un determinado intervalo de tamaño. El tamaño de partícula corresponde, a este respecto, a un tamaño equivalente, es decir, el diámetro de una partícula esférica idealizada, que generaría la misma señal de medición en la dispersión de la luz láser. La representación en las figuras se realizó de acuerdo con la norma DIN con respecto a las distribuciones de tamaño de partícula DIN ISO 9276-1 (representación de los resultados de análisis de tamaño de partícula - Parte 1: Representación gráfica).

Muestras molidas

55 Se prepararon muestras, cuyo tamaño va a ser analizado tras una molienda adicional, en un reactor eléctrico y a continuación se molieron en un molino (molino Dyno®, Tipo KDL-SPECIAL, Willy A. Bachofen AG Maschinenfabrik, Basilea, Suiza) durante 45 minutos con bolas de cerámica con un tamaño de entre 1,0 mm y 1,6 mm. El tratamiento adicional de la muestra se menciona en los ejemplos correspondientes.

60 Microscopía electrónica de barrido (SEM)

Para la microscopía electrónica de barrido se utilizó un microscopio electrónico de barrido JSM - 6610 (Jeol Germany GmbH). Se utilizó oro como conductor eléctrico. Las muestras utilizadas para estos análisis se secaron en un horno a 60 °C durante 24 horas.

65 Realización del procedimiento de acuerdo con la invención

Para llevar a cabo el procedimiento, siempre que no se indique lo contrario, se usaron recipientes de digestión de 250 ml (Berghof Products + Instruments GmbH, Eningen, Alemania), para mezclar rápidamente la gran cantidad de muestras procesadas en el marco de la invención. Los recipientes de digestión se colocaron en un horno de temperatura controlada a la temperatura apropiada. Debido al cambio de temperatura máximo permisible de los recipientes de digestión de 50 K/h, el horno no se precalentó a 200 °C o a otra temperatura relativamente alta, sino que se fue calentado junto con el contenido. El período de reacción comenzó a transcurrir cuando se alcanzó la temperatura teórica. Una vez finalizado el tiempo de reacción, el enfriamiento se realiza apagando el horno y abriendo la puerta.

Ejemplo 1 - Preparación de suspensiones de partículas de un sólido similar al carbón

Se utilizaron tres tipos de espumas de poliuretano:

- Espuma flexible (GV 5018, lote 1296), denominada como "flexible" en las tablas,
- Espuma de dureza media (N6070 1299), denominada como "media" en las tablas
- Espuma rígida (1483-16), denominada como "rígida" en las tablas.

La espuma flexible tenía la siguiente composición de fabricación:

- 89,5 partes de eterpolioles 3-funcionales
- 10,5 partes de eterpolioles 4-funcionales
- 64,7 partes de MDI (mezcla de MDI polimérico y MDI prepolimérico)
- 1,5 partes de estabilizador
- 7,25 partes de alcoholes
- 2,1 partes de catalizadores
- 3 partes de agua

La espuma de dureza media, que en principio es atribuible a la clase de espumas flexibles y se clasifica como de dureza media debido a su resistencia a la compresión (peso volumétrico de 60 kg/m³ en bruto y una dureza de compresión de 7,0 KPa), tenía la siguiente composición de fabricación:

- 40 partes de eterpoliol 3-funcional altamente cargado con SAN
- 60 partes de eterpoliol 3-funcional estándar
- 21,66 partes de TDI (mezcla de T80 y T65)
- 1 parte de estabilizador
- 0,56 partes de catalizadores
- 1,56 partes de agua

Como espuma rígida se usaron paneles de espuma de PUR rígida triturados del tipo "EUROWALL®" (compradas en Recticel IDC, 9230 Wetteren, Bélgica). Los paneles de espuma de PUR rígida contenían 100 partes en peso de una mezcla de polioles (poliéter y poliéster polioles) con una funcionalidad de 3,7 a 4,5, 10 partes en peso de retardante de llama, de 0,5 a 1 partes en peso de agua, de 15 a 25 partes en peso de pentano como agente espumante, de 2 a 2,5 partes en peso de agente tensioactivo a base de silicona, de 1,5 a 2,5 partes en peso y de 180 a 220 partes en peso de MDI polimérico con una funcionalidad de 2,6 a 2,9.

Las espumas se molieron con un molino de corte universal 19 / molino de corte de esfuerzo 25 (Pulverisette 19/25) de Fritsch (Fritsch GmbH, Idar-Oberstein, Alemania) para formar un polvo. Para la reacción, salvo indicación en sentido contrario,

- se usaron recipientes de reacción de 250 ml (también llamados "bombas") de la empresa Berghof. La mezcla de reacción utilizada fue:
- 4,725 g de las espumas respectivas
- 2,725 g de harina de trigo
- 110 ml de agua, pH 3
- sal de hierro (hexahidrato de sulfato de amonio y hierro (II)), en forma disuelta en una cantidad de –en función del experimento– 0,35 g a 2 g.

La siguiente tabla 1 indica las muestras así creadas y proporciona información sobre otros ensayos realizados, dado el caso, con las mismas:

Tabla 1

Muestra n.º	Espuma	pH	Hierro (sal) [g]	T [°C]	Tiempo	Medición láser ID de muestra	Peso de las muestras secas [g]	ID SEM
1	flexible	pH ₃	-	200	4 h	560 (GB) 636 (TB)	3,5036	
2	flexible	pH ₃	-	200	8 h,		3,6538	
3	flexible	pH ₃	-	220	4 h	596 (TB)	3,5145	bt-023 bt-63 bt-125 bt-200
4	flexible	pH ₃	-	220	8 h,		2,3970	bt-04
5	flexible	pH ₃	1	200	4 h	585 (GB) 812 (TB)		bt-05
6	flexible	pH ₃	0,5	200	4 h			
7	flexible	pH ₃	2	200	4 h			
8	flexible	pH ₃	0,35	200	4 h			bt-08
9	media	pH ₃	-	200	4 h	597 GB) 820 (TB)	3,1445	bt-09
10	media	pH ₃	-	200	8 h,		4,2413	
11	media	pH ₃	-	220	4 h	598 (TB)	3,6693	bt-024
12	media	pH ₃	-	220	8 h,		4,1383	bt-12
13	media	pH ₃	1	200	4 h			bt-13
14	media	pH ₃	0,5	200	4 h			
15	media	pH ₃	2	200 °C	4 h			
16	media	pH ₃	0,35	200	4 h			bt-016
17	rígida	pH ₃	-	200	4 h	697 (GB) 821 (TB)	3,7603	bt-17
18	rígida	pH ₃	-	200	8 h		4,1682	
19	rígida	pH ₃	-	220	4 h	599 (GB) 813 (TB)	3,2457	bt-022
20	rígida	pH ₃	-	220	8 h		3,2604	
21	rígida	pH ₃	1	200	4 h			b-21
22	rígida	pH ₃	0,5	200	4 h			
23	rígida	pH ₃	2	200	4 h			
24	rígida	pH ₃	0,35	200	4 h			bt-24

"GB" significa "intervalo completo" de la distribución de tamaño de partícula medible por dispersión de láser, "TB" significa "intervalo fino", en el que solo se indican valores medidos para partículas por debajo de un tamaño de partícula de aproximadamente 40 µm. Las presiones correspondientes fueron las presiones de equilibrio entre la fase líquida y la fase gaseosa de la mezcla de reacción que se establecen en las condiciones de temperatura dadas. A menos que se indique lo contrario, las muestras para las mediciones se basaron en la fase líquida no filtrada de las bombas, que fueron secadas e incorporadas en isopropanol para las mediciones.

- 10 Además, se prepararon las siguientes muestras adicionales (ES), y a partir de la muestra ES 7 se usó un reactor eléctrico con un volumen de 3000 ml y la mezcla de reacción en 2000 ml de agua comprendía 54 g de la espuma respectiva y 26 g de harina de trigo.

Tabla 2

Muestra n.º	Espuma	pH	Hierro (Nanopartículas) [ml]	T [°C]	Tiempo [h]	Medición por láser ID muestra (en su caso, tamaño del tamiz [µm])	Peso de las muestras secas [g]
ES 1	rígida	2	-	200	4		1,4313
ES 2	rígida	4	-	200	4		1,6587
ES 3	flexible	2	-	200	4	703 (GB) 823 (TB)	2,6837
ES 4	flexible	4	-	200	4		2,1259
ES 5	flexible	2	0,33	200	4	577 (GB) 830 (TB)	1,4864
ES 6	flexible	2	0,66	200	4	564 (GB) 829 (TB)	1,2983
ES 7	flexible	2	2	200	4	566 GB) 822 (FS) 539 (TB, 63 µm) 638 (TB, 125 µm) 640 (TB, 200 µm) 548 (TB, nanofiltro)	
ES 8	flexible	12		200	4		9,0142
ES 9 C.L	rígida	3	-	200	4	960-964 (GB) 972 (TB)	
ES 9 C.S	rígida	3	-	200	4	101-105 (GB) 1027 (TB)	
ES 9 C.R	rígida	3	-	200	4	1019 (GB) 1022 (TB)	
ES 10 C.L	media	3	-	200	4	933-977 (GB) 984 (TB)	
ES 10 C.S	media	3		200	4	996-100 (GB) 1026 (TB)	
ES 10 C.R	media	3		200	4	1022 (GB) 1030 (TB)	
ES 11 C.L	media	3		200	4	997-983 (GB) 985 (TB)	
ES 11 C.S	media	3		200	4	991-995 (GB) 985 (TB)	
ES 11 C.R	media	3	-	200	4	1011-1015 (GB) 1028 (TB)	

Información detallada sobre las muestras adicionales individuales:

- 5 ES 7: Se analizó material de muestra, que quedó retenido en tamices con un tamaño de exclusión de 200, 125 o 63 µm o en un nanofiltro (0,2 µm). En las muestras ES 9, 10 y 11, los índices pospuestos C.L, C.S y C.R indican muestras procedentes del sobrenadante de una segunda centrifugación, del sedimento de una segunda centrifugación o muestras molidas a partir de una suspensión, tal como se explica con más detalle a continuación.
- 10 Las muestras enumeradas en las Tablas 1 y 2 se comentan dado el caso en los siguientes ejemplos, aunque no se tratan necesariamente todos los datos indicados en los ejemplos.

Ejemplo 2 - Determinación del tamaño de partículas de un sólido similar al carbón de acuerdo con la invención

15

Ejemplo 2.1 Comparación de espuma flexible, espuma de dureza media y espuma rígida

- 20 Se midieron por dispersión de luz láser los tamaños de partículas de las muestras 1, 9 y 17 de la Tabla 11, con lo cual se realizó una comparación de la reacción de espuma de poliuretano flexible, espuma de poliuretano de dureza media y espuma de poliuretano rígida a una temperatura de 200 °C. Las mediciones se llevaron a cabo en un subintervalo de 80 nm a 42 µm, y sus resultados se muestran en forma de tabla, en la Tabla 3:

Tabla 3

Q3 (x) %	Medición 636 Muestra 1 (flexible)	Medición 820 Muestra 9 (media)	Medición 821 Muestra 17 (rígida)
10	< 0,8 µm	< 2,5 µm	< 0,4 µm
50	< 2,9 µm	< 10 µm	< 0,9 µm
90	< 9,6 µm	< 17 µm	< 2,3 µm

Los resultados mostraron que la suspensión obtenida en el caso de la espuma rígida tenía en total la mayor proporción de partículas pequeñas de menos de 42 µm, porque el 90 % de las partículas correspondieron a un tamaño de equivalencia de menos de 2,3 µm, el 50 % se situaron en el intervalo submicrométrico y el 10 % fueron inferiores a 400 nanómetros.

Todas las mediciones que se describen a continuación se llevaron a cabo, en cada caso, en el subintervalo de 80 nm a 42 µm.

Ejemplo 2.2:

En un experimento adicional, los procedimientos se llevaron a cabo a 220 °C, mostrando la Tabla 4 los resultados de la dispersión de la luz láser en el subintervalo con un límite superior de 42 µm y mostrando la figura 1 la representación en diagrama de los valores para Q3(x) y dQ3(x). La representación se realiza (como en las figuras 2, 3 y 4) de manera que el título del diagrama indica las mediciones comparadas entre sí, las curvas en línea continua indican valores dQ3(x) y las curvas en línea discontinua indican valores Q3(x).

Tabla 4

Q3 (x) %	Medición 596 - Muestra 3 (flexible)	Medición 598 - Muestra 11 (media)	Medición 813 - Muestra 19 (rígida)
10	< 0,7 µm	< 2,5 µm	0,3 µm
50	< 1,9 µm	< 10 µm	0,7 µm
90	< 3,6 µm	< 17 µm	11,6 µm

De la Tabla 4 se desprende que, en estas condiciones, la suspensión obtenida en el caso de la espuma flexible tenía la mayor proporción de partículas pequeñas por debajo del límite de exclusión de aproximadamente 42 µm, porque el 90 % de las partículas tuvieron un tamaño equivalente de menos de 3,6 µm. De hecho, no se detectaron partículas mayores de 8 µm durante la medición.

Ejemplo 2.3: Comparación de temperatura

En otro experimento, la espuma de poliuretano flexible se hizo reaccionar a 200 °C o a 220 °C. Los resultados se muestran en la Tabla 5.

Tabla 5

Q3 (x) %	Medición 596 - Muestra 3 (220 °C, flexible)	Medición 636 - Muestra 1 (200 °C, flexible)
10	< 0,7 µm	< 0,8 µm
50	< 1,9 µm	< 2,9 µm
90	< 3,6 µm	< 9,6 µm

La suspensión de la muestra 3 que se hizo reaccionar a 220 °C contuvo en total una mayor proporción de partículas pequeñas, porque el 90 % de las mismas fueron inferiores a 3,6 µm y el 50 % inferiores a 1,9 µm.

Ejemplo 2.4: Influencia del hierro

En un experimento adicional, se analizó la influencia de la sal de hierro en los tamaños de partícula en las suspensiones obtenidas, en donde la espuma de flexible PUR se hizo reaccionar en ausencia o en presencia de sal de hierro. Los resultados se muestran en la Tabla 6.

Tabla 6

Q3 (x) %	Medición 636, TB Muestra 1, flexible, sin sal de Fe	Medición 812, TB Muestra 5, flexible, con sal de Fe
10	< 0,8 µm	< 0,9 µm
50	< 2,9 µm	< 3 µm
90	< 9,6 µm	< 11,8 µm

La reacción en ausencia de sal de hierro dio lugar a tamaños de partículas ligeramente más grandes, mientras que la reacción en presencia de sal de hierro dio lugar a una distribución de tamaño más estrecha.

Ejemplo 2.5: Influencia de las nanopartículas

En un experimento adicional, se analizó la influencia de las nanopartículas en los tamaños de partícula en las suspensiones obtenidas, en donde la espuma de PUR flexible se hizo reaccionar en presencia de diversas cantidades de nanopartículas. Los resultados se muestran en la Tabla 7.

Tabla 7

Q3 (x) %	Medición 829 - Muestra ES.6 (0,66 ml de nanopartículas de Fe)	Medición 830 - Muestra ES.5 (0,33 ml de nanopartículas de Fe)
10	< 0,5 µm	< 0,3 µm
50	< 10,3 µm	< 1,4 µm
90	< 18 µm	< 16,4 µm

Ejemplo 2.6: Trituración de las partículas

- 5 En un experimento adicional, se investigó la influencia de una trituración con fraccionamiento por tamaño posterior, en donde se hizo reaccionar en cada caso espuma de PUR flexible, de dureza media y rígida en un reactor eléctrico. Las suspensiones obtenidas se molieron durante 45 minutos en un molino de bolas con bolas cerámicas de 1,0 mm a 1,6 mm de diámetro.
- 10 En un planteamiento, la muestra se secó a continuación durante 11 horas a 70 °C en un horno de calentamiento y luego al aire en una campana extractora durante 4 días. A continuación, se incorporaron 0,1 g de la muestra seca en 100 ml de isopropanol, se agitó en un agitador magnético durante 1 h y luego se analizó mediante dispersión de luz láser. Los resultados se muestran en la Tabla 8 y en la figura 2.
- 15 En un planteamiento, la muestra se secó, una vez molida, durante 11 horas a 70 °C en un horno de calentamiento y luego al aire en una campana extractora durante 4 días. Posteriormente, se mezclaron 0,5 g de muestra con 50 ml de acetona al 99 % y se agitó durante 1 hora en un agitador magnético (en caso necesario, se añadieron 10 ml de acetona y la mezcla se agitó durante 5 minutos, para complementar la acetona. Esto fue seguido por una primera centrifugación durante 65 min.
- 20 El sobrenadante de la primera centrifugación se retiró y se mezcló el sedimento restante con 20 ml de acetona y se agitó durante 30 minutos en un agitador magnético. Esto fue seguido por una segunda centrifugación durante 65 min.
- 25 Se retiró el sobrenadante de la segunda centrifugación, 2 ml del mismo se agitaron durante 1 h con 50 ml de isopropanol en un agitador magnético y luego se analizaron mediante dispersión de luz láser. Los resultados se muestran en la Tabla 9 y en la figura 3.
- 30 Del sedimento de la segunda centrifugación, se mezclaron 1,3 mg con 100 ml de isopropanol durante 1 h en un agitador magnético y luego se analizaron mediante dispersión de luz láser. Los resultados del sedimento se indican en la Tabla 10 y en la figura 4.

Tabla 8

Q3, (x) %	Medición 1029, TB Muestra ES 9, Suspensión rígida	Medición 1028, TB Muestra ES 11, Suspensión media	Medición 1030, TB Muestra ES 10, Suspensión flexible
10	< 3,2 µm	< 1,2 µm	< 2,7 µm
50	< 10,4 µm	< 4 µm	< 9,2 µm
90	< 17 µm	< 11,3 µm	< 16,1 µm

- 35 En total, los tamaños de partícula más pequeños se lograron con la espuma de PUR de dureza media.

Tabla 9

Q3 (x) %	Medición 972, TB, Muestra ES 9, rígida Sobrenadante 2	Medición 984, TB Muestra ES 10, media Sobrenadante 2	Medición 985, TB Muestra ES 11, flexible Sobrenadante 2
10	< 0,3 µm	< 0,6 µm	< 0,1 µm
50	< 0,8 µm	< 1,1 µm	< 14,1 µm
90	< 3,9 µm	< 3,7 µm	< 21,1 µm

- 40 Se encontró que puede obtenerse una alta proporción de partículas de aproximadamente 1 µm o menos, en particular con espuma de PUR rígida y espuma de PUR de dureza media.

Tabla 10

Q3 (x) %	Medición 1027 - Muestra ES 9, TB rígida Sedimento 2	Medición 1025 - Muestra ES 11, TB media Sedimento 2	Medición 1026 - Muestra ES 10, TB flexible Sedimento 2
10	< 8,2 µm	< 0,8 µm	< 2,1 µm
50	< 13,3 µm	< 2,6 µm	< 5,8 µm
90	< 19,6 µm	< 12,5 µm	< 13,5 µm

Se encontró que en particular la espuma de PUR de dureza media tuvo una alta proporción de partículas pequeñas,

porque el 90 % de las partículas fueron inferiores 12,5 µm.

En total, la proporción de partículas más pequeñas pudo aumentarse mediante trituración mediante molienda, y se obtuvieron en parte partículas en el intervalo submicrométrico.

5

Ejemplo 2.7: Reducción del tamaño de partícula mediante adición de disolvente

Se tomaron como base muestras idénticas ES 7. Se filtró una parte alícuota de la suspensión del reactor eléctrico de los filtros de papel con un tamaño de exclusión de 125 µm, a continuación se centrifugó durante 20 minutos en 13 g. Una parte del sobrenadante se filtró a través de un nanofiltro montado en una jeringa con un límite de exclusión de 0,2 µm, y la parte retenida se usó para la medición del tamaño. Otra parte alícuota de la suspensión se secó al vacío en una (Sanplatec) durante 48 horas. A continuación se pasaron partes alícuotas del residuo seco a través de tamices con un tamaño de poro de 63 µm, 125 µm o 200 µm, las respectivas partes retenidas en los tamices se mezclaron después durante 1 h con isopropanol y luego se usaron para medir el tamaño. Los resultados se muestran en la Tabla 11.

Tabla 11

Q3 (x) %	Medición 548 Muestra ES 7 (nanofiltro)	Medición 539 Muestra ES 7 (63 µm)	Medición 638 Muestra ES 7 (125 µm)	Medición 640 Muestra ES 7 (200 µm)
10	< 8,6 µm	< 6,8 µm	< 4,1 µm	< 2,7 µm
50	< 13,2 µm	< 12,3 µm	< 11,7 µm	< 10,7 µm
90	< 19,4 µm	< 18,6 µm	< 18,2 µm	< 17,6 µm

Los resultados indican que a medida que aumenta el tamaño de exclusión del tamiz o filtro utilizado, aumenta la proporción de partículas de tamaño pequeño. Cabría esperar que la mayor proporción de partículas de tamaño pequeño estuviese en la muestra del nanofiltro, porque allí se retendría una cantidad relativamente mayor de partículas con un tamaño más pequeño. Sin embargo, las muestras que fueron fraccionadas a través del nanofiltro se quedaron en su medio de reacción acuoso original o en el efluente de reacción, mientras que las muestras que fueron fraccionadas por tamices en cuanto a su tamaño, se incorporaron en isopropanol. Sin querer limitarse a ninguna teoría, se cree que el disolvente orgánico favoreció la ruptura de aglomerados compuestos por partículas pequeñas, de un correspondiente tamaño final grande, y liberó así partículas pequeñas.

20

25

Ejemplo 2.8: Microscopía electrónica de barrido

La figura 5 muestra una micrografía electrónica de barrido de partículas esféricas de la muestra 19. Una subfigura muestra la grabación original, y la figura de al lado muestra una representación esquemática. Las partículas esféricas tienen diámetros de 0,4 a 0,6 µm y se encuentran sobre la superficie de una partícula aún más grande, de la que pueden liberarse, en donde la liberación puede favorecerse tal como se describe en el presente documento, en particular mediante tratamiento con disolvente.

35

Ejemplo 3 - Preparación de composiciones colorantes, que contienen partículas de acuerdo con la invención

Para la preparación de composiciones colorantes se mezclaron muestras molidas con el barniz transparente de la marca Vectra® disponible en el mercado (J.W. Ostendorf GmbH & Co. KG, Coesfeld, Alemania) o con el barniz blanco de la marca "Alpina®" (Alpina Farben GmbH, Ober-Ramstadt, Alemania). El barniz transparente contenía dispersión de acrilato puro, agua, sustancias auxiliares y conservantes (derivados de isotazolinona), y el barniz blanco, poliuretano/resina acrílica, dióxido de titanio, pigmentos inorgánicos y orgánicos, cargas minerales, agua, glicoles, ésteres, alcoholes, sustancias auxiliares y conservantes (metilisotiazolinona/bencisotiazolinona).

45

Mezcla de partículas molidas.

Para preparar una composición colorante se mezcló 1 g del barniz transparente o el barniz blanco con 0,14 g de partículas de muestras molidas como sucedáneo de negro de humo. La figura 6 muestra de arriba a abajo la mezcla de partículas, en donde en primer lugar la suspensión se molió en un molino de bolas durante 45 min y luego se secó durante 11 h a 70 °C y 4 días en una campana extractora. Había en cada caso partículas de las muestras

50

- ES9 para formar el barniz transparente
- ES9 para formar el barniz blanco
- ES11 para formar el barniz transparente
- ES11 para formar el barniz blanco
- ES10 para formar el barniz transparente
- ES10 para formar el barniz blanco

55

aplicadas sobre un sustrato blanco (papel). La figura 5 muestra en el lado izquierdo fotografías de las muestras, y en el lado derecho, el grado aproximado de oscurecimiento según una evaluación visual. El barniz transparente de base formó una mancha incolora sobre el fondo blanco, y el barniz blanco de base formó una mancha blanca. Los

60

resultados de la figura 6 se resumen en la Tabla 12 tras una evaluación visual:

Tabla 12

Muestra	Tratamiento	Barniz	Color obtenido	Cobertura
ES.9C	molido y secado	barniz transparente	marrón oscuro	++
ES.9C	molido y secado	barniz blanco	beige	++
ES11.C	molido y secado	barniz transparente	marrón oscuro	++
ES11.C	molido y secado	barniz blanco	beige oscuro	++
ES10.C	molido y secado	barniz transparente	marrón oscuro	++
ES10.C	molido y secado	barniz blanco	pardo	++

- 5 Resultó que se podía lograr una buena cobertura en todos los casos, que el color del barniz, al que se añadieron las partículas y por lo tanto el sucedáneo de negro de humo, era modificable, y que se pudieron lograr diferentes tonos de color.

Ejemplo 4 - Medición de biocompatibilidad mediante prueba de evitación

10 Para determinar la biocompatibilidad se realizaron pruebas de evitación con gusanos de compost (*Eisenia fetida*). El principio general de tales pruebas de evitación se describe, por ejemplo, en Hund-Rinke K., Wiechering H., Earthworm avoidance test for soil assessment: An alternative for acute and reproduction tests. 1:15-20 (2000), y en el protocolo de prueba "Test Protocol EU Waste Ringtest 2006/2007: Acute test with earthworms (*Eisenia fetida* or *Eisenia andrei*)" de la Oficina Federal del Medio Ambiente (ecotoxwasteringtest.uba.de/h14/resources/SOP_Earthworm.pdf). A este respecto, el comportamiento de evitación de los gusanos de compost después de un contacto de 24 horas con un suelo, al que se añadió un uno por ciento de partículas de acuerdo con la invención, debe determinarse en comparación con la tierra de jardín natural o tierra artificial (LUFÄ). El resultado proporciona información sobre la biocompatibilidad de las partículas de acuerdo con la invención, y por lo tanto también su utilidad por ejemplo en composiciones colorantes o productos cosméticos. Se eligieron los siguientes parámetros de prueba:

- Concentración de partículas del sólido similar al carbón: 1 %
- Macetas de prueba: 45 (15 muestras diferentes por triplicado)
- 25 - Individuos por maceta: 10
- Contenido de agua: 40-60 %
- Temperatura: 18-22 °C
- Condiciones de iluminación: 16 horas de luz (400-800 lux), 8 horas de oscuridad según la norma ISO 17512
- Adición de alimento: no
- 30 - Cantidad de sustrato/maceta: 200 g de peso seco 100 g de tierra de jardín de control/100 g de tierra con un 1 % de sólido similar al carbón)
- Criterios de validez: mortalidad 10 % por maceta de prueba; distribución a ambos lados con el mismo suelo: 50 ± 10 %
- 35 - Criterios de evaluación: si el suelo de prueba es evitado por los organismos en más de un 80 %, la clasificación del suelo de prueba es como "función de hábitat limitada".

Se usaron tres macetas de prueba de control (control 1:100 % de tierra de jardín, control 2: 100 % de tierra artificial (LUFÄ), control 3: 50 % de tierra de jardín / 50 % de tierra artificial. Después de la preparación de las suspensiones de partículas del sólido similar al carbón, el sobrenadante líquido de la suspensión se pipeteó después de la sedimentación, se secó el sedimento a 105 °C durante algunas horas, se molió manualmente y se mezcló homogéneamente con la tierra de jardín de control. La tierra de jardín se obtuvo como tierra del jardín del campus ambiental Birkenfeld de la Universidad de Trier, inicialmente eliminando piedras grandes y organismos visibles, la tierra de jardín se secó durante 94 horas a 40 °C, a continuación se molió manualmente y finalmente se tamizó a través de un tamiz con un tamaño de malla de 2 mm. El llenado de las macetas de prueba se realizó de la siguiente manera:

- extender los suelos de turba con un filtro de papel húmedo
- dividir el interior de la maceta de prueba en dos mitades mediante un tabique de cartón
- añadir 100 g de tierra de control seca en el lado izquierdo
- 50 - añadir 100 g de tierra de jardín con una mezcla de un uno por ciento de partículas
- ajustar una humedad del suelo del 40-60 % mediante adición de agua
- retirar el tabique y borrar el límite de separación
- colocar 10 gusanos de compost en el centro de cada maceta de prueba
- recubrir las macetas de prueba con una tela fina para la admisión de aire
- 55 - almacenar las macetas de prueba en un laboratorio en condiciones controladas (luz, humedad y temperatura).

Los resultados se muestran en las Tablas 13 a 15 a continuación, en las que la columna "1 %" muestra el lado de la maceta con la tierra de jardín mezclada con partículas de acuerdo con la invención, y "K" el lado de la maceta con tierra de jardín pura como control y "centro" una zona intermedia entre ambas mitades. En las columnas "A", "B" y "C" se muestran los resultados individuales de las macetas respectivas de los tripletes, y en la columna "Media" el valor medio respectivo. La tabla 13 muestra los resultados para espuma de PUR flexible, la Tabla 14 los resultados para la espuma de PUR de dureza media, la Tabla 15 los resultados para espuma de PUR rígida y la Tabla 16 los resultados para las macetas de prueba de control.

10

Tabla 13

	Muestra 1			Muestra 2			Muestra 3			Muestra 4		
	1 %	K	centro	1 %	K	centro	1 %	K	centro	1 %	K	centro
A	2	8		3	4	3	3	4	3	2	1	8
B	3	6		4	3	3	1	5	4	6	3	3
C	5	3	2	4	5		3	4	3	6		
Media	3	6	1	4	4	2	2	4	3	5	1	5

Tabla 14

	Muestra 9			Muestra 10			Muestra 11			Muestra 12		
	1 %	C	centro	1 %	C	centro	1 %	C	centro	1 %	C	centro
A	2	4	4	2	6	2	4	3	3	6	2	2
B	6	2	2	3	1	4	5	2	3	5	5	
C	5	3	2	5	2	3	7	3		6	1	3
Media	4	3	3	3	3	3	5	3	2	6	3	2

Tabla 15

	Muestra 17			Muestra 18			Muestra 19			Muestra 20		
	1 %	C	centro	1 %	C	centro	1 %	C	centro	1 %	C	centro
A	9	1		4	4	2	6	4		5	4	1
B	7	4		5	1	4	2	4	4	3	5	2
C	5	3	2	3	5	2	7	1	2	2	4	3
Media	7	3	1	4	3	3	5	3	2	3	4	2

15

Tabla 16

	Control 1			Control 2			Control 3		
	GE	GE	centro	LUFA	LUFA	centro	GE	LUFA	centro
A	9	1		4	4	2	6	4	
B	7	4		5	1	4	2	4	4
C	5	3	2	3	5	2	7	1	2
Media	7	3	1	4	3	3	5	3	2

La prueba se consideró válida, porque no se encontró muerto un solo gusano de compost en ninguna de las muestras después de sus 20 horas. No se pudo determinar una evitación de la tierra que contenía partículas por parte de los gusanos de compost.

20

Aunque en la descripción y los ejemplos anteriores se ha divulgado al menos una forma de realización a modo de ejemplo, ha de entenderse que existen multitud de variaciones posibles. Nuevamente se señala que las formas de realización a modo de ejemplo solo constituyen en realidad ejemplos, que de ninguna manera han de interpretarse como una limitación del alcance de la protección, de las posibilidades de aplicación o de la configuración de la invención. Más bien, la descripción precedente permite al experto en la materia implementar de forma concreta las formas de realización a modo de ejemplo, pudiendo realizar el experto en la materia, con el conocimiento del concepto inventivo divulgado, numerosas modificaciones, sin salirse del alcance de protección definido por las reivindicaciones y sus equivalentes legales, tal como se describe más ampliamente en la descripción.

25

30

Aplicabilidad industrial

El procedimiento descrito es adecuado para la conversión de material de plástico, en particular para el aprovechamiento de residuos o residuos de fabricación de manera respetuosa con el medio ambiente y aportando un valor añadido. Las suspensiones recuperadas de partículas y las partículas en sí mismas tienen varias posibilidades de uso y pueden usarse como productos o como materia prima para la fabricación de productos.

35

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la fabricación de partículas de un sólido similar al carbón, en donde una mezcla de reacción acuosa, que comprende un material de plástico que contiene uno o más plásticos hidrolizables, seleccionados de entre poliuretanos y/o poliésteres, y además material biológico, ascendiendo la relación en peso de material de plástico respecto a material biológico a desde 750:1 hasta 1,5:1, se hace reaccionar a una presión de desde 2 hasta 60 bares y a una temperatura de desde 195 °C hasta 225 °C en presencia de un catalizador, seleccionado de entre un ácido, una base y/o un catalizador a base de metal o a base de azufre, durante un período de 0,1 a 48 horas, y se recupera la suspensión resultante de partículas de un sólido similar al carbón, y las partículas en la suspensión, o las partículas después de reducir el contenido de agua de la suspensión, se someten a al menos una etapa de trituración, que se selecciona de entre:
- añadir un disolvente orgánico, seleccionado de entre n-propanol, isopropanol, acetona, 1-butanol, 2-butanol, dietil éter, dimetil éter, benceno, tolueno o xileno, o mezclas de dos o más de los mismos.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado por que**, para obtener una suspensión de partículas o de partículas con una mayor proporción de partículas más pequeñas, el disolvente orgánico se selecciona de entre n-propanol, isopropanol, acetona o una mezcla de dos o más de los mismos.
3. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** se realiza un fraccionamiento por tamaño de las partículas del sólido similar al carbón.
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en donde
- a) se reduce el contenido de agua de la suspensión recuperada,
 - b) se someten a una etapa de trituración las partículas obtenidas después de la reducción del contenido de agua,
 - d) se añade un disolvente orgánico a las partículas,
 - e) se realiza un fraccionamiento por tamaño con las partículas en el disolvente orgánico, y las fracciones de tamaño obtenidas se separan entre sí,
 - y
 - g) se recuperan las partículas obtenidas.
5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, en donde
- b) se somete la suspensión a una etapa de trituración,
 - c) en el caso de que se trate de una suspensión, se reduce su contenido de agua obteniendo así las partículas,
 - d) se añade un disolvente orgánico a las partículas,
 - e) se realiza un fraccionamiento por tamaño con las partículas en el disolvente orgánico, y las fracciones de tamaño obtenidas se separan entre sí, y
 - g) se recuperan las partículas obtenidas.
6. Procedimiento según la reivindicación 4 o la reivindicación 5, en donde en una etapa f), después de la etapa e) y antes de la etapa g), se añade nuevamente un disolvente orgánico a las partículas de las fracciones de tamaño obtenidas.
7. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el material de plástico comprende poliéster, poliuretano, espuma de poliuretano blanda, espuma de poliuretano rígida, espuma de poliuretano de dureza media, espuma rígida integral, fracción ligera proveniente de la trituración, o una mezcla de dos o más de los mismos.
8. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en donde el material de plástico o bien:
- comprende o se compone de espuma de poliuretano blanda o espuma de poliuretano rígida y la reacción tiene lugar en un intervalo de temperatura de 218 °C a 222 °C; o
 - comprende o se compone de espuma de poliuretano rígida y la reacción tiene lugar en un intervalo de temperatura de 198 °C a 202 °C; o
 - comprende o se compone de espuma de poliuretano de dureza media y la reacción tiene lugar en un intervalo de temperatura de 198 °C a 202 °C, seguido de trituración mecánica, de una reducción opcional del contenido de agua, y de una adición de un disolvente orgánico, opcionalmente seguido de una centrifugación para el fraccionamiento por tamaño con posterior separación del sedimento y el sobrenadante y de una adición de un disolvente orgánico al sedimento y al sobrenadante, respectivamente.
9. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el material biológico se selecciona de entre celulosa, almidón, materiales que contienen celulosa o almidón, lodo de depuración, carbón de lodos de depuración, biomasas que contienen celulosa o almidón, Jatropha, restos vegetales, en particular hojarasca, desperdicios de alimentos, o mezclas de dos o más de los mismos.

- 5 10. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la reacción tiene lugar en un intervalo de pH ácido, especialmente a como máximo pH 4,5, o en un intervalo básico, especialmente a como mínimo pH 8,5.
- 5 11. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** se utiliza un catalizador a base de metal, seleccionado de entre sales de hierro y/o nanopartículas de hierro.
- 10 12. Suspensión de partículas de un sólido similar al carbón, obtenida a través de un procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3 y 5 a 11 sin reducción del contenido de agua, o partículas de un sólido similar al carbón, obtenidas a través de un procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4 y 6 a 11 tras la reducción del contenido de agua de la suspensión, **caracterizadas por que**
- 15 - al menos un 90 % de las partículas tienen un tamaño máximo de como máximo 75 µm, o bien
- al menos un 50 % de las partículas tienen un tamaño máximo de como máximo 25 µm, o bien
- al menos un 10 % de las partículas tienen un tamaño máximo de como máximo 1 µm, con respecto a un intervalo de tamaño considerado de desde 80 nm hasta 42 µm.
- 20 13. Sucedáneo de negro de humo, que comprende una suspensión o partículas de un sólido similar al carbón de acuerdo con la reivindicación 12 o que se compone de una suspensión o de partículas de acuerdo con la reivindicación 12.
- 25 14. Sucedáneo de negro de humo según la reivindicación 13, que comprende del 1 al 99 % en peso de partículas del sólido similar al carbón, del 99 al 1 por ciento en peso de negro de humo industrial y, opcionalmente, una cantidad diferencial de hasta el 100 por ciento en peso, proporcionada por uno o más aditivos.
- 30 15. Composición colorante, carga, carga de refuerzo, estabilizador de UV, promotor de conductividad, pigmento, composición cosmética, material de construcción, plástico o caucho, que comprenden partículas o una suspensión de partículas de acuerdo con la reivindicación 12 o un sucedáneo de negro de humo de acuerdo con una de las reivindicaciones 13 a 14.
- 35 16. Producto que comprende un caucho según la reivindicación 15.
17. Producto según la reivindicación 16, seleccionado de entre neumáticos de vehículo, alfombrillas de goma, ropa protectora contra la humedad, alfombrillas de goma, lonas de goma, juntas de estanqueidad y cojinetes de goma.

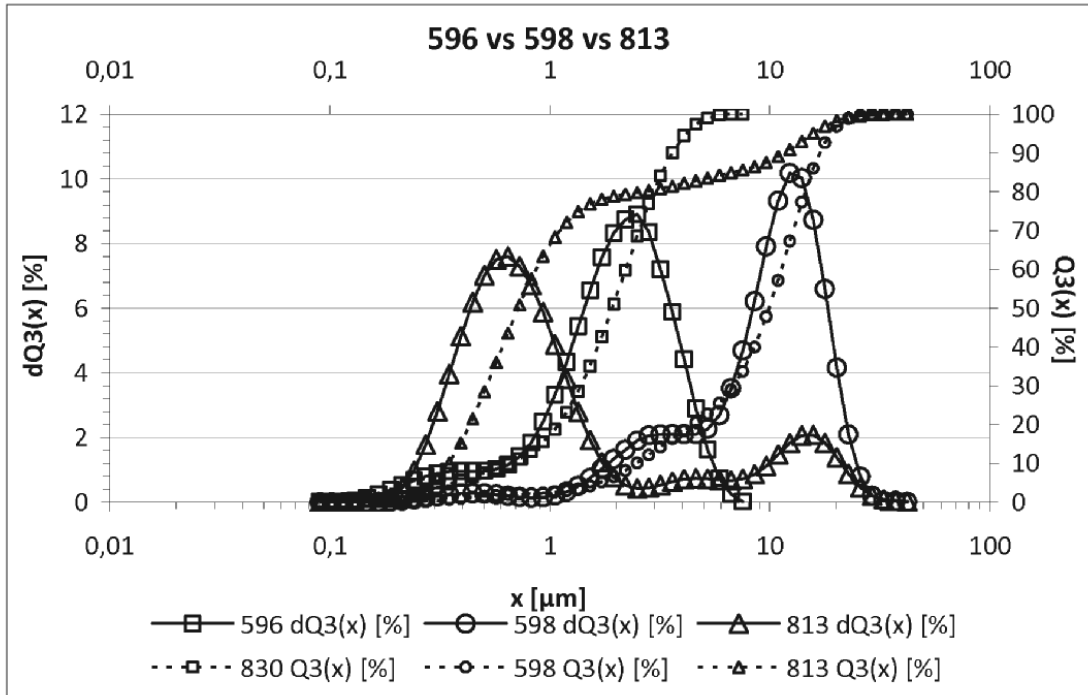


Fig. 1

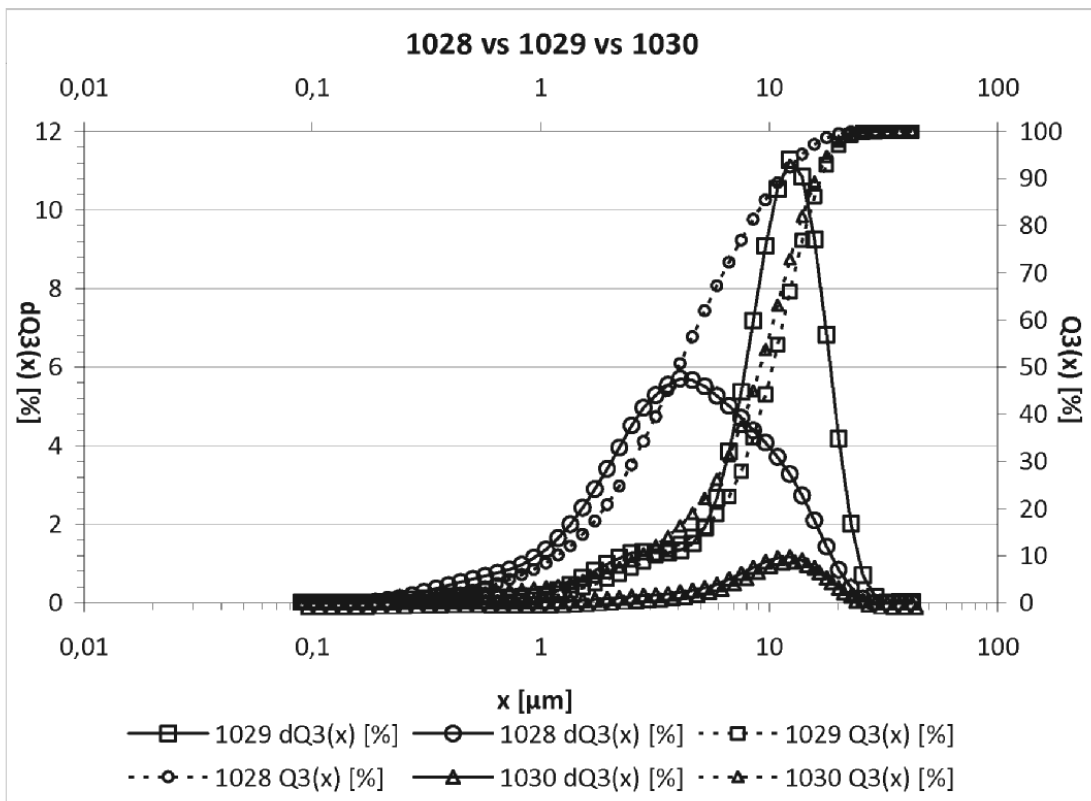


Fig. 2

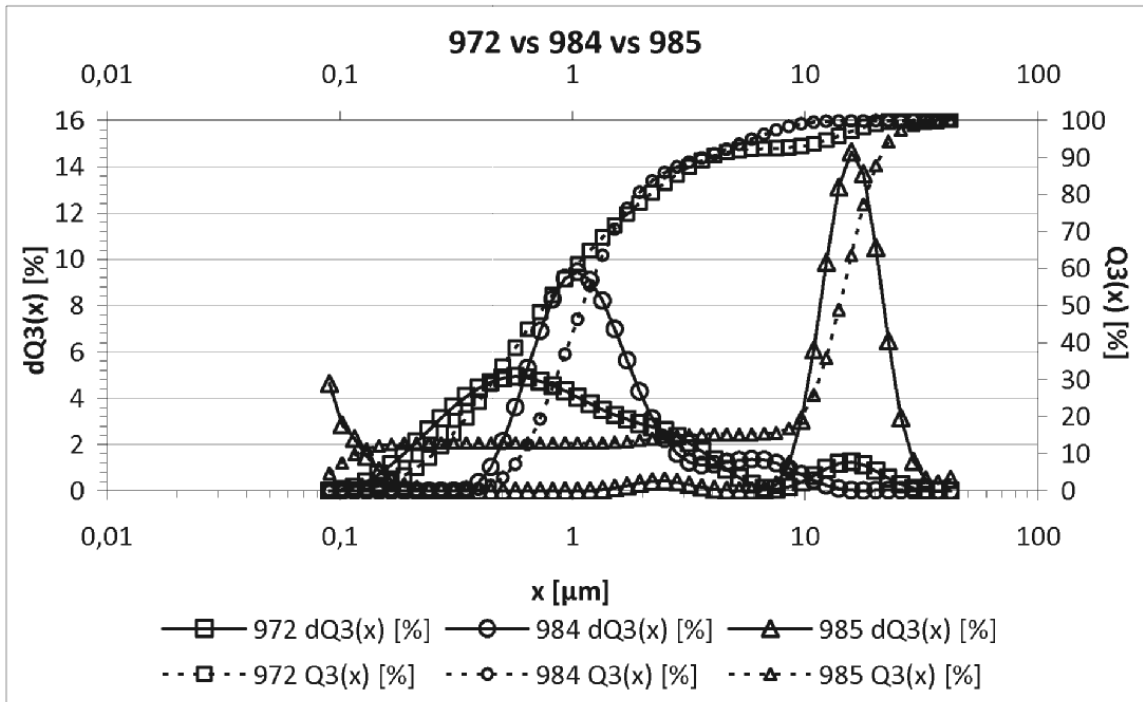


Fig. 3

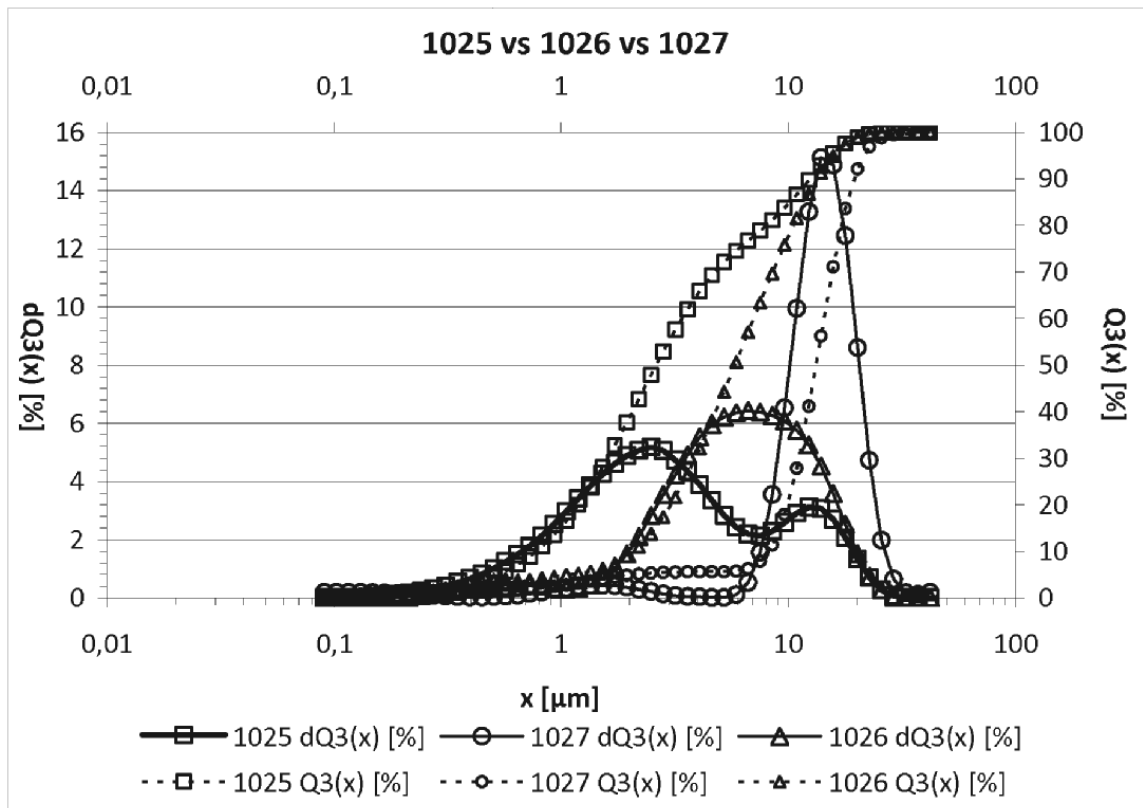


Fig. 4

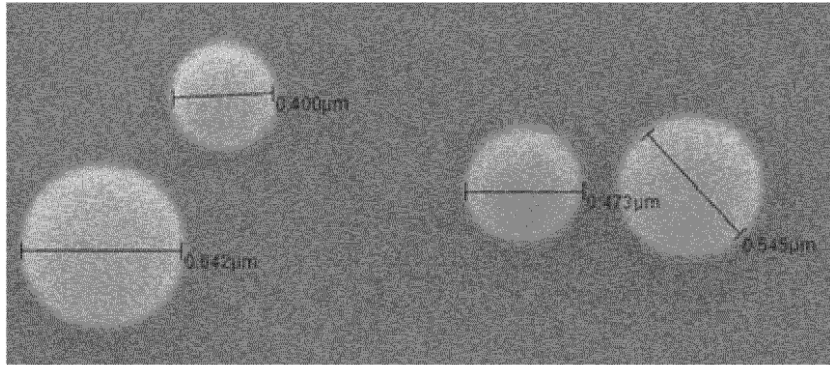
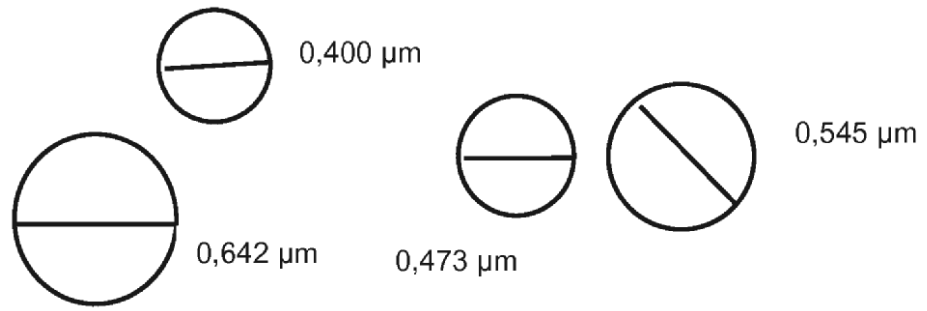


Fig. 5

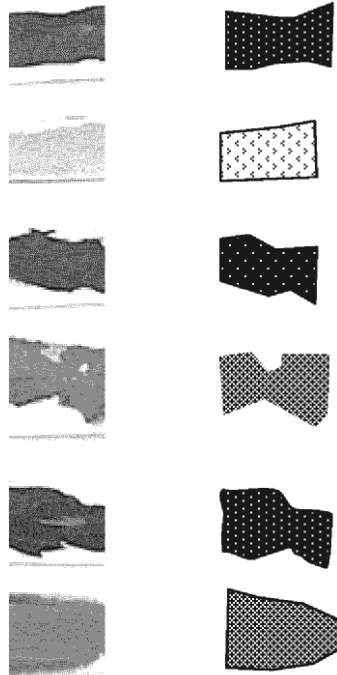


Fig. 6