

PRODUCCIÓN DE DISPERSANTES MEDIANTE POLIMERIZACIÓN DE RADICALES VIVOS

Campo técnico

5

La invención se refiere a un proceso para preparar un dispersante para partículas sólidas, en particular, un dispersante para composiciones aglutinantes minerales, donde los monómeros ionizables m1 y los monómeros con cadena lateral m2 se polimerizan para formar un copolímero, y a copolímeros que pueden obtenerse de forma correspondiente. La invención se refiere, además, al uso de copolímeros y a composiciones aglutinantes minerales y cuerpos amoldados que comprenden copolímeros y se forman a partir de ellos.

15

Técnica previa

Los dispersantes o flujos se usan particularmente en la industria de la construcción como plastificantes o agentes que reducen el agua para composiciones aglutinantes minerales, por ejemplo, hormigón, mortero, cemento, yeso y cal. En general, los dispersantes son polímeros orgánicos que se agregan al agua de aporte o se mezclan con las composiciones aglutinantes en forma sólida. De esta manera,

es posible, de manera beneficiosa, modificar tanto la consistencia de la composición aglutinante durante el procesamiento y modificar las propiedades en el estado endurecido.

5

Los dispersantes particularmente eficaces conocidos son, por ejemplo, polímeros ramificados basados en policarboxilato (PCE). Los copolímeros de este tipo presentan una estructura principal de polímero y cadenas laterales unidas a esta. Por
10 ejemplo, se describen polímeros correspondientes en EP 1 138 697 A1 (Sika AG).

También se conocen como aditivos de hormigón las mezclas de copolímero mencionadas, por ejemplo, en EP 1 110 981 A2
15 (Kao). Las mezclas de copolímeros se preparan convirtiendo los monómeros etilénicamente insaturados en una reacción de polimerización de radicales libres, donde se modifica la relación molar de los dos monómeros al menos una vez durante el proceso de polimerización.

20

Los copolímeros de este tipo se preparan en la práctica particularmente mediante los dos métodos que figuran a continuación:

1. «Polimerización de radicales libres» En este caso, se hacen reaccionar monómeros diferentes y reactivos (monómeros de cadena lateral y monómeros de grupo de anclaje) en una reacción de polimerización con la ayuda de un iniciador y un
5 agente de transferencia de cadena.

2. «Esterificación análoga de polímeros» En este proceso, se hace reaccionar un polímero de estructura que consiste comúnmente en un ácido policarboxílico (por ejemplo, ácido
10 polimetacrílico o ácido poliacrílico) con molécula de cadena lateral o polímeros de cadena lateral, por ejemplo, éteres de polialquilenglicol, con eliminación de agua para formar compuestos de éster o amida.

15 Ambos métodos producen copolímeros con su estructura ramificada característica y que han sido empleados comercialmente desde hace mucho tiempo.

Los copolímeros que pueden obtenerse mediante los métodos son
20 eficaces, pero con respecto a distintos ámbitos de uso deben adaptarse o utilizarse particularmente en una dosificación relativamente alta para lograr el efecto necesario. Sin embargo, en particular, se descubrió que el ajuste controlado de los polímeros ramificados es complejo y que las

dosificaciones altas son costosas.

Por lo tanto, sigue existiendo la necesidad de mejores procesos de preparación y dispersantes que no presentan las
5 desventajas mencionadas.

Compendio de la invención

Por lo tanto, es un objeto de la invención superar las
10 desventajas mencionadas anteriormente. Más particularmente, deben proporcionarse mejores procesos y dispersantes, especialmente para partículas sólidas y, en particular, para composiciones aglutinantes minerales. Los procesos deben permitir la preparación de los dispersantes con máxima
15 flexibilidad y de manera controlada, para permitir el ajuste controlado a distintos ámbitos de uso o usos finales. Los dispersantes, particularmente, deben permitir la plastificación eficaz y buen rendimiento de las composiciones aglutinantes minerales. En particular, el efecto del
20 dispersante debe mantenerse durante un período de tiempo máximo.

Sorprendentemente, se ha descubierto que las características de la reivindicación independiente 1 pueden lograr este

objetivo.

La base de la invención es, por consiguiente, un proceso para preparar un dispersante para partículas sólidas, en particular, un dispersante para composiciones aglutinantes minerales, donde los monómeros ionizables **m1** y los monómeros con cadena lateral **m2** se polimerizan para proporcionar un copolímero, donde el proceso tiene la característica de que la polimerización se realiza mediante polimerización de radicales libres vivos.

Como se ha mostrado, es posible, mediante polimerización de radicales libres vivos, calcular, modificar y/o controlar de manera eficaz la estructura del polímero, y la secuencia de las unidades poliméricas. De esta manera, es posible, por ejemplo, preparar copolímeros con estructuras de bloque y/o gradiente de manera simple. Además, el resultado son copolímeros con una distribución de peso molecular o polidispersión relativamente estrecha. Por lo tanto, los copolímeros de la invención se pueden preparar en un proceso eficaz en una gran variedad de distintas modificaciones de manera fiable y flexible.

En comparación con los dispersantes conocidos, los

dispersantes preparados de acuerdo con la invención presentan un muy buen efecto plastificante en composiciones aglutinantes minerales. Este efecto se mantiene, además, durante un período de tiempo comparativamente prolongado.

5

Si bien la preparación de polímeros mediante polimerización de radicales libres vivos se conoce en principio, sorprende que también es posible preparar, de esta manera, polímeros estéricamente demandantes adecuados como dispersantes para
10 partículas sólidas y, especialmente, para composiciones aglutinantes minerales.

Otros aspectos de la invención son la materia de otras reivindicaciones independientes. Modalidades particularmente
15 preferidas de la invención son la materia de las reivindicaciones dependientes.

Formas de llevar a cabo la invención

20 Un primer aspecto de la presente invención se refiere a un proceso para preparar un dispersante para partículas sólidas, en particular, un dispersante para composiciones aglutinantes minerales, donde los monómeros ionizables **m1** y los monómeros con cadena lateral **m2** se polimerizan para proporcionar un

copolímero, donde el proceso tiene la característica de que la polimerización se realiza mediante polimerización de radicales libres vivos.

- 5 Un aspecto adicional de la presente invención se refiere a un copolímero que se puede obtener mediante el proceso de la invención.

La estructura de los copolímeros puede analizarse y
10 determinarse, por ejemplo, mediante espectroscopía de resonancia de espín nuclear (espectroscopía de NMR). Mediante espectroscopía de NMR ^1H y ^{13}C NMR, en particular, es posible determinar de manera conocida por sí misma la secuencia de las unidades monoméricas en el copolímero en función de los
15 efectos de los grupos cercanos en el copolímero y mediante evaluaciones estadísticas.

Las expresiones «monómeros ionizables» y «unidades monoméricas ionizables» se refieren particularmente a
20 monómeros o monómeros polimerizados que se encuentran en forma aniónica o con carga negativa a un $\text{pH} > 10$, particularmente a un $\text{pH} > 12$. Estos son especialmente grupos donantes H o grupos ácidos. Los grupos ionizables son, más preferentemente, grupos ácidos, por ejemplo, grupos de ácido

carboxílico, ácido sulfónico, ácido fosfórico y/o ácido fosfónico. La preferencia se otorga a los grupos de ácido carboxílico. Los grupos ácidos también pueden adoptar la forma de aniones en forma desprotonada o de una sal con un
5 contraion o catión.

Una polimerización de radicales libres básicamente se puede dividir en tres etapas: inicio, crecimiento y terminación.

- 10 La «polimerización de radicales libres vivos» también se denomina «polimerización de radicales libres controlada» y es conocida por el experto en la técnica en otros contextos. La expresión comprende los procesos de crecimiento de cadena en los cuales básicamente no tienen lugar reacciones de
15 terminación de cadena (transferencia y terminación). Por lo tanto, la polimerización de radicales libres vivos tiene lugar básicamente sin reacciones de transferencia o terminación irreversibles. Estos criterios pueden lograrse, por ejemplo, cuando el iniciador de polimerización ya se usa
20 en una etapa muy temprana durante la polimerización y hay intercambio entre especies de distinta reactividad que tiene lugar al menos tan rápido como la propia propagación de la cadena. La cantidad de extremos de cadena activos, en particular, permanece básicamente constante durante la

polimerización. Esto permite el crecimiento básicamente simultáneo de las cadenas que continúa durante todo el proceso de polimerización. Por consiguiente, esto genera una distribución de peso molecular o polidispersión estrecha.

5

Dicho de otro modo, la polimerización de radicales libres controlada o la polimerización de radicales libres vivos es particularmente notoria para las reacciones de terminación o transferencia reversibles o incluso ausentes. Después del
10 inicio, los sitios activos se conservan de forma acorde durante toda la reacción. Todas las cadenas poliméricas se forman (inician) de forma simultánea y crecen de forma continua durante todo el proceso. La funcionalidad de los radicales libres del sitio activo se conserva de forma ideal,
15 incluso después de la conversión completa de los monómeros que deberían polimerizarse. Esta propiedad excepcional de las polimerizaciones controladas permite la preparación de estructuras bien definidas, tales como copolímeros de gradiente o bloque mediante la adición secuencial de
20 distintos monómeros.

Por el contrario, en la polimerización de radicales libres convencional que se describe, en EP 1 110 981 A2 (Kao), las tres etapas (inicio, crecimiento y terminación) se realizan

en paralelo. La duración de cada una de las cadenas activas en crecimiento es muy corta y la concentración de monómeros durante el crecimiento de una cadena permanece básicamente constante. Las cadenas poliméricas formadas de este modo no
5 presentan sitios activos adecuados para la adición de más monómeros. Por lo tanto, este mecanismo no permite ningún control con respecto a la estructura de los polímeros. La preparación de las estructuras de gradiente o bloque mediante la polimerización de radicales libres convencional, por lo
10 tanto, comúnmente no es posible (ver, por ejemplo, "Polymere: Synthese, Synthese und Eigenschaften" [Polímeros: Síntesis, síntesis y propiedades]; autores: Koltzenburg, Maskos, Nuyken; Verlag: Springer Spektrum; ISBN: 97-3-642-34772-6 y "Fundamentals of Controlled/living Radical Polymerization";
15 editorial: Royal Society of Chemistry; editores: Tsarevsky, Sumerlin; ISBN: 978-1-84973-425-7).

Por lo tanto, hay una distinción clara de la «polimerización de radicales libres vivos» de la «polimerización de radicales
20 libres» o polimerización libre convencional realizada de manera no viva o no controlada.

Procesos de preparación preferidos

La polimerización se realiza preferentemente mediante polimerización por adición-fragmentación y transferencia de cadena reversible (RAFT, por sus siglas en inglés), polimerización mediada por nitróxido (NMP, por sus siglas en
5 inglés) y/o polimerización de radicales por transferencia atómica (ATRP, por sus siglas en inglés).

En la polimerización por adición-fragmentación y transferencia de cadena reversible, el control sobre la
10 polimerización se logra mediante una reacción de transferencia de cadena reversible. De manera específica, una cadena de radicales libres creciente se agrega a lo que se denomina agente RAFT, lo que conlleva la formación de un radical libre intermedio. El agente RAFT luego se fragmenta,
15 de manera de reformar otro agente RAFT y un radical libre disponible para la propagación. De esta manera, la probabilidad de propagación se distribuye de manera uniforme en todas las cadenas. El promedio de longitud de la cadena del polímero formado es proporcional a la concentración del
20 agente RAFT a la conversión de la reacción. Los agentes RAFT utilizados son particularmente compuestos de azufre orgánicos. Son particularmente adecuados los ditioésteres, ditiocarbamatos, tritioarbonatos y/o xantatos. La polimerización se puede iniciar de manera convencional

mediante iniciadores o autoiniciación térmica.

En la polimerización mediada por nitróxido, los nitróxidos reaccionan de forma reversible con el extremo de cadena activa para formar lo que se denomina especie inactiva. El equilibrio entre los extremos de cadena activa e inactiva es marcadamente hacia el lado de la especie inactiva, lo que significa que la concentración de especies activas es muy baja. Por lo tanto, se minimiza la probabilidad de que dos cadenas activas se junten y terminen. Un ejemplo de un agente NMP adecuado es N-óxido de 2,2,6,6-tetrametilpiperidina (TEMPO).

En la polimerización de radicales por transferencia atómica (ATRP), la concentración de radicales libres disminuye mediante la adición de un complejo de metales de transición y un agente de control (basado en halógeno) en una medida tal que se supriman muy considerablemente las reacciones de terminación de cadena, tales como la desproporciónación o recombinación.

En el contexto de la presente, se ha descubierto que la polimerización por adición-fragmentación y transferencia de cadena reversible (RAFT) es particularmente preferible.

Los monómeros con cadena lateral **m2** particularmente incluyen cadenas laterales de polialquilenóxido, preferentemente cadenas laterales de polietilenóxido y/o polipropilenóxido.

5

Los monómeros ionizables **m1** incluyen preferentemente grupos ácidos, particularmente, grupos de ácido carboxílico, ácido sulfónico, ácido fosfórico y/o ácido fosfónico.

10 Más particularmente, los monómeros ionizables **m1** presentan una estructura de la fórmula I:



15

Los monómeros con cadena lateral **m2** preferentemente presentan una estructura de la fórmula II:



20

donde

R^1 , en cada caso, independientemente, es $-\text{COOM}$, $-\text{SO}_2-\text{OM}$, $-\text{O}-\text{PO}(\text{OM})_2$ y/o $-\text{PO}(\text{OM})_2$,

5 R^2 , R^3 , R^5 y R^6 , en cada caso, independientemente, son H o un grupo alquilo con 1 a 5 átomos de carbono,

R^4 y R^7 , en cada caso, independientemente, son H, $-\text{COOM}$ o un grupo alquilo con 1 a 5 átomos de carbono,

o donde R^1 forma un anillo junto con R^4 para proporcionar $-\text{CO}-$

10 $\text{O}-\text{CO}-$,

M, independientemente uno de otro, representa H^+ , un ion de metal alcalino, un ion de metal alcalinotérreo, un ion de metal divalente o trivalente, un ion amonio o un grupo de amonio orgánico;

15 $m = 0, 1$ o 2 ,

$p = 0$ o 1 ,

X, en cada caso, independientemente, es $-\text{O}-$ o $-\text{NH}-$,

R^8 es un grupo de la fórmula $-\text{[AO]}_n-\text{R}^a$

donde A = alquilenos C_2 a C_4 , R^a es H, un grupo alquilo C_1 a

20 C_{20} , grupo cicloalquilo o grupo alquilarilo,

y $n = 2-250$, particularmente $10-200$.

Luego de finalizar la polimerización, es decir, en forma polimerizada, los monómeros **m1** se unen covalentemente a otros

monómeros mediante el átomo de carbono que tiene los grupos R^1 y R^2 y mediante el átomo de carbono que tiene los grupos R^3 y R^4 .

- 5 De forma acorde, luego de finalizar la polimerización, es decir, en forma polimerizada, los monómeros **m2** se unen covalentemente a otros monómeros mediante el átomo de carbono que tiene el grupo R^5 y mediante el átomo de carbono que tiene los grupos R^6 y R^7 .

10

Una relación molar de los monómeros **m1** utilizados con los monómeros **m2** utilizados, de forma ventajosa, se encuentra en el intervalo de 0.5-6, particularmente 0.7-4, preferentemente 0.9-3.8, más preferentemente 1.0-3.7 o 2-3.5.

15

En particular, $R^1 = \text{COOM}$, $R^2 = \text{H o CH}_3$, $R^3 = R^4 = \text{H}$. Por lo tanto, es posible preparar el copolímero en base a los monómeros de ácido acrílico o metacrílico, que es interesante desde un punto de vista económico. Además, los copolímeros de
 20 este tipo en el contexto de la presente generan un efecto de dispersión particularmente bueno.

Los monómeros con $R^1 = \text{COOM}$, $R^2 = \text{H}$, $R^3 = \text{H}$ y $R^4 = \text{COOM}$, asimismo, pueden ser ventajosos. Los copolímeros

correspondientes se pueden preparar con base en monómeros de ácido maleico.

El grupo X en los monómeros ionizables **m2**, de forma
 5 ventajosa, en al menos 75 % molar, particularmente en al menos 90 % molar, especialmente en al menos 95 % molar o al menos 99 % molar de todos los monómeros **m2**, es -O- (= átomo de oxígeno).

10 De forma ventajosa, $R^5 = H$ o CH_3 , $R^6 = R^7 = H$ y $X = -O-$. Por lo tanto, es posible preparar los copolímeros, por ejemplo, a partir de ésteres (met)acrílicos, éteres vinílicos, éteres (met)alílicos o éteres de isoprenol.

15 En una modalidad particularmente ventajosa, R^2 y R^5 son mezclas de 40-60 % molar de H y 40-60 % molar de $-CH_3$.

En una modalidad ventajosa adicional, $R^1 = COOM$, $R^2 = H$, $R^5 = -CH_3$ y $R^3 = R^4 = R^6 = R^7 = H$.

20

En otra modalidad ventajosa, $R^1 = COOM$, $R^2 = R^5 = H$ o $-CH_3$ y $R^3 = R^4 = R^6 = R^7 = H$.

Particularmente, los monómeros adecuados son aquellos en los

cuales $R^1 = \text{COOM}$; R^2 y R^5 son, independientemente, H, $-\text{CH}_3$ o mezclas de estos; R^3 y R^6 son, independientemente, H o $-\text{CH}_3$, preferentemente H; R^4 y R^7 son, independientemente, H o $-\text{COOM}$, preferentemente H.

5

El radical R^8 en los monómeros con cadena lateral **m2**, en función de todos los radicales R^8 en los monómeros, consiste en un polietilenóxido, particularmente en una medida de al menos 50 % molar, particularmente al menos 75 % molar, 10 preferentemente al menos 95 % molar o al menos 99 % molar. Una proporción de las unidades de óxido de etileno en función de todas las unidades de óxido de alquileo en el copolímero es especialmente más de 75 % molar, especialmente, más de 90 % molar, preferentemente, más de 95 % molar y 15 particularmente, 100 % molar.

Más particularmente, R^8 básicamente no tiene grupos hidrofóbicos, particularmente, no tiene óxidos de alquileo con tres o más átomos de carbono. Esto significa, 20 particularmente, que una proporción de los óxidos de alquileo con tres o más átomos de carbono, en función de todos los óxidos de alquileo, es menos de 5 % molar, particularmente, menos de 2 % molar, preferentemente, menos de 1 % molar o menos de 0.1 % molar. En particular, no

existen óxidos de alquileo con tres o más átomos de carbono, o la proporción de estos es 0 % molar.

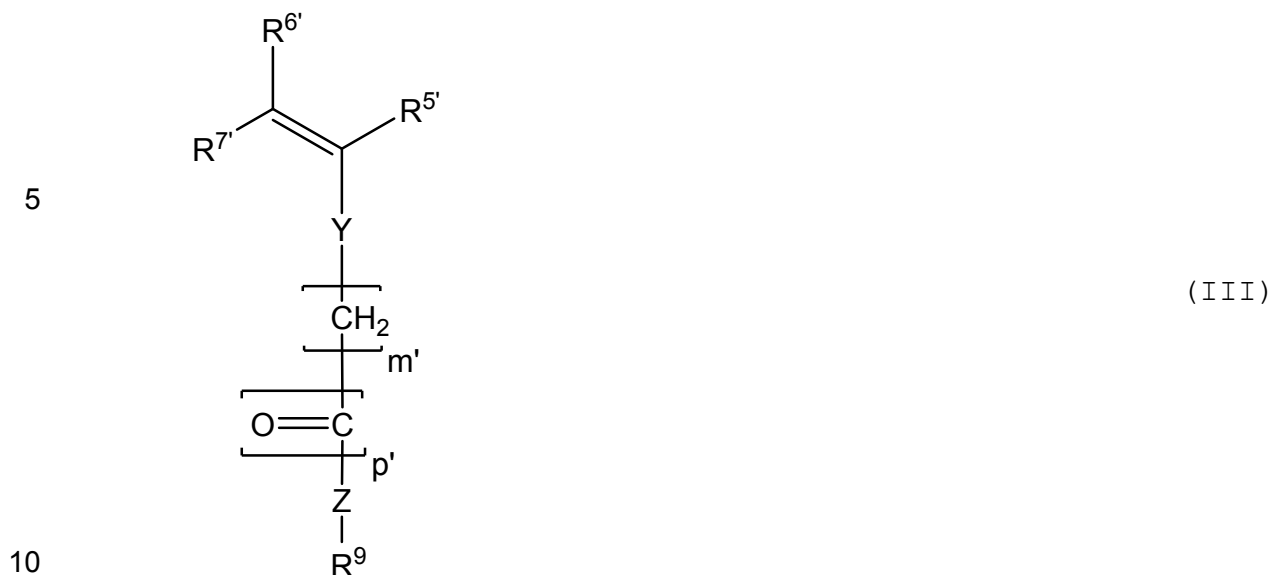
R^a es, de forma ventajosa, H y/o un grupo metilo. De forma particularmente ventajosa, $A =$ alquileo C_2 y R^a es H o un grupo metilo.

Más particularmente, el parámetro $n = 10-150$, particularmente, $n = 15-100$, preferentemente, $n = 17-70$, particularmente, $n = 19-45$ o $n = 20-25$. En particular, esto logra excelentes efectos de dispersión dentro de los intervalos preferidos indicados.

Más preferentemente, $R^1 = COOM$; R^2 y R^5 , independientemente uno de otro, son H, $-CH_3$ o mezclas de estos; R^3 y R^6 , independientemente uno de otro, son H o $-CH_3$, preferentemente H; R^4 y R^7 , independientemente uno de otro, H o $-COOM$, preferentemente H; y donde X en al menos 75 % molar, particularmente en al menos 90 % molar, particularmente en al menos 99 % molar, de todos los monómeros **m2** es $-O-$.

En una modalidad ventajosa adicional, hay al menos otro monómero **ms** presente durante la polimerización, que se polimeriza, y este es particularmente un monómero de la

fórmula III:



donde $\text{R}^{5'}$, $\text{R}^{6'}$, $\text{R}^{7'}$, m' y p' son como se definieron anteriormente para R^5 , R^6 , R^7 , m y p ;

Y , en cada caso, independientemente, es un enlace químico u -
O-;

15 Z , en cada caso, independientemente, es un enlace químico, -
O- o -NH-;

R^9 , en cada caso, independientemente, es un grupo alquilo, un grupo cicloalquilo, un grupo alquilarilo, un grupo arilo, un grupo hidroxialquilo o un grupo acetoxialquilo, en cada caso
20 con 1-20 átomos de carbono.

Luego de finalizar la polimerización, es decir, en forma polimerizada, los monómeros **ms** se unen covalentemente a otros monómeros mediante el átomo de carbono que tiene el grupo $\text{R}^{5'}$

y mediante el átomo de carbono que tiene los grupos $R^{6'}$ y $R^{7'}$. Ejemplos ventajosos de otros monómeros **ms** son aquellos en los cuales $m' = 0$, $p' = 0$, Z y Y representan un enlace químico y R^9 es un grupo alquilarilo con 6-10 átomos de carbono.

5

También son adecuados, en particular, otros monómeros **ms** en los cuales $m' = 0$, $p' = 1$, Y es -O-, Z representa un enlace químico y R^9 es un grupo alquilo con 1-4 átomos de carbono.

10 También son adecuados otros monómeros **ms** en los cuales $m' = 0$, $p' = 1$, Y es un enlace químico, Z es -O- y R^9 es un grupo alquilo y/o un grupo hidroxialquilo con 1-6 átomos de carbono.

15 De manera particularmente ventajosa, el monómero adicional **ms** es acetato de vinilo, (met)acrilato de hidroxietilo y/o estireno, particularmente acrilato de hidroxietilo.

El iniciador utilizado para la polimerización es más
20 preferentemente un compuesto azo y/o un peróxido como iniciador de radicales libres, que puede ser particularmente al menos un representante seleccionado del grupo que consiste en peróxido de benzoílo (DBPO), peróxido de di-terc-butilo, peróxido de diacetilo, azobisisobutironitrilo (AIBN),

diclorhidrato de α,α' -azodiisobutiramidina (AAPH) y/o azobisisobutiramidina (AIBA).

Si la polimerización se realiza en una solución acuosa o en
5 agua, se utiliza, de forma ventajosa, diclorhidrato de α,α' -azodiisobutiramidina (AAPH) como iniciador.

Para controlar la polimerización, en particular, se utilizan uno o más representantes del grupo que consiste en
10 ditioésteres, ditiocarbamatos, tritiocarbamatos y/o xantatos.

Además, se ha descubierto que es ventajoso cuando la polimerización se realiza, al menos parcialmente, preferentemente de forma completa, en una solución acuosa.

15

En particular, se prepara un copolímero con una polidispersión (= peso molecular promedio en peso M_w /peso molecular promedio en número M_n) del copolímero es < 1.5 , particularmente en el intervalo de 1.0-1.4, particularmente

20 1.1-1.3.

Un peso molecular promedio en peso M_w del copolímero total se encuentra particularmente en el intervalo de 10'000-150'000 g/mol, de forma ventajosa, 12'000-80'000 g/mol,

particularmente 12'000-50'000 g/mol. En el presente contexto, el peso molecular, tal como el peso molecular promedio en peso M_w o el peso molecular promedio en número M_n se determinan mediante cromatografía por permeación de gel (GPC) con polietilenglicol (PEG) como estándar. Esta técnica es conocida por los expertos en la técnica.

Más particularmente, durante la polimerización, se modifica al menos temporalmente una relación molar de monómeros ionizables libres **m1** a monómeros con cadena lateral libres **m2**.

De manera específica, la modificación de la relación molar incluye la modificación por etapas y/o continua. Por lo tanto, es posible formar, de manera eficazmente controlable, una estructura de bloque y/o un gradiente de concentración o una estructura de gradiente.

Opcionalmente, durante la polimerización, se realiza un cambio continuo o un cambio por etapas en la relación molar de los monómeros ionizables libres **m1** a los monómeros con cadena lateral libres **m2**. Este cambio en etapas se realiza particularmente antes de realizar el cambio continuo. De esta manera, por ejemplo, se puede obtener un copolímero que

comprende dos o más secciones con estructura diferente.

Para la formación de copolímeros con estructuras de bloque y/o gradiente, los monómeros ionizables **m1** y los monómeros con cadena lateral **m2** se agregan preferentemente al menos de
5 forma parcial en distintos momentos.

En una modalidad preferida adicional, en la polimerización, en una primera etapa a) una parte de los monómeros ionizables **m1** se convierte o polimeriza y, después de lograr una
10 conversión predeterminada, en una segunda etapa b) los monómeros ionizables aún no convertidos **m1** se polimerizan junto con los monómeros con cadena lateral **m2**. La etapa a) se realiza particularmente de forma básica sin monómeros con cadena lateral **m2**.

15

De esta manera, de manera simple y económica, se puede preparar un copolímero con una sección que consiste básicamente en monómeros ionizables polimerizados **m1** seguido de una sección con una estructura de gradiente.

20

De acuerdo con una modalidad muy particularmente preferida, en la polimerización, en una primera etapa a) una parte de los monómeros con cadena lateral **m2** se convierte o polimeriza y, después de lograr una conversión predeterminada, en una

segunda etapa b) los monómeros con cadena lateral aún no convertidos **m2** se polimerizan junto con los monómeros ionizables **m1**. La etapa a) se realiza particularmente de forma básica sin monómeros ionizables **m1**.

5

De esta manera, por ejemplo, de manera simple y económica, se puede preparar un copolímero con una sección que consiste básicamente en monómeros con cadena lateral polimerizados **m2** seguido de una sección con una estructura de gradiente.

10

En la presente, es ventajoso realizar las etapas a) y b) en sucesión inmediata. De este modo, es posible mantener la reacción de polimerización en las etapas a) y b) hasta el mejor grado posible.

15

La polimerización en la etapa a) se realiza particularmente hasta que 0.1-100 % molar, particularmente 1-95 % molar, preferentemente 10-90 % molar, en particular, 25-85 % molar, de los monómeros ionizables **m1** o de los monómeros con cadena

20 lateral **m2** se han convertido o polimerizado.

La conversión de los monómeros **m1** y **m2** o la evolución de la polimerización se puede controlar de manera conocida por sí misma, por ejemplo, con la ayuda de cromatografía líquida,

particularmente cromatografía líquida de alto rendimiento (HPLC).

Más particularmente, el copolímero consiste hasta un grado de
5 al menos 50 % molar, en particular, al menos 75 % molar, particularmente al menos 90 % molar o 95 % molar de monómeros ionizables **m1** y monómeros con cadena lateral **m2**.

El copolímero se prepara, en particular, como un copolímero
10 con una estructura básicamente lineal. Esto significa, en particular, que todas las unidades monoméricas del copolímero se disponen en una cadena polimérica simple y/o no ramificada. De manera específica, el copolímero no se prepara con una estructura con forma de estrella y/o el copolímero no
15 se incorpora como parte de un polímero ramificado. Más particularmente, el copolímero no pretende formar parte de un polímero en el cual hay múltiples cadenas poliméricas, particularmente tres o más, en distintas orientaciones unidas a una molécula central.

20

El copolímero puede prepararse en forma líquida o sólida. Más preferentemente, el copolímero está presente como componente de una solución o dispersión, donde una proporción del copolímero es particularmente de 10-90 % en peso,

preferentemente 25-65 % en peso. Esto significa que se puede agregar el copolímero, por ejemplo, a las composiciones aglutinantes de manera muy eficaz. Si el copolímero se prepara en solución, particularmente en solución acuosa, también es posible dispensarlo con procesamiento adicional.

De acuerdo con otra modalidad ventajosa, se prepara un copolímero en el estado sólido, particularmente en forma de un polvo, en forma de sedimentos y/o láminas. En particular, esto simplifica el transporte de los copolímeros. Las soluciones o dispersiones de los copolímeros se pueden convertir en estado sólido, por ejemplo, mediante secado por pulverización.

De acuerdo con el régimen de reacción, es posible preparar, mediante el proceso de la invención, polímeros con una estructura determinada o bien definida de manera controlada. Más particularmente, por ejemplo, pueden obtenerse copolímeros con distribución monomérica estadística (= aleatoria), copolímeros con estructura de bloque y/o copolímeros con estructura de gradiente.

Copolímeros con distribución monomérica estadística

Por ejemplo, es posible polimerizar los monómeros ionizables **m1** y los monómeros con cadena lateral **m2** de manera tal que se forme una distribución monomérica estadística o aleatoria en el copolímero.

5

Para la preparación de un copolímero con distribución monomérica estadística, se prefiere preparar una mezcla de monómeros ionizables **m1** y monómeros con cadena lateral **m2**, y hacerlos reaccionar juntos mediante polimerización de
10 radicales libres vivos para proporcionar el copolímero.

Más preferentemente, el copolímero con distribución estadística se prepara mediante polimerización por adición-fragmentación y transferencia de cadena reversible (RAFT),
15 particularmente en una solución, particularmente de manera preferente en una solución acuosa o básicamente por completo en agua. De manera ventajosa, la mezcla de los monómeros, por ejemplo, se calienta, el agente de RAFT se agrega y la reacción se inicia mediante la adición de un iniciador. La
20 reacción puede detenerse, por ejemplo, cuando la conversión de los monómeros es de ≥ 90 % molar.

Copolímeros con estructura de bloque

En otra modalidad ventajosa, los monómeros ionizables **m1** y los monómeros con cadena lateral **m2** se convierten en un copolímero con estructura de bloque, donde los monómeros con cadena lateral **m2** se incorporan básicamente en al menos un primer bloque **A** y monómeros ionizables **m1** básicamente en al menos un segundo bloque **B**.

En este caso, cualquier proporción de monómeros **m1** presentes en el primer bloque **A** es ventajosamente inferior a 25 % molar, particularmente de no más de 10 % molar, en función de todos los monómeros **m2** en el primer bloque **A**. Además, cualquier proporción de monómeros **m2** presentes en el segundo bloque **B** es ventajosamente inferior a 25 % molar, particularmente de no más de 10 % molar, en función de todos los monómeros **m1** en el segundo bloque **B**.

Se ha descubierto que el siguiente procedimiento se prefiere particularmente para la preparación de copolímeros que comprenden una estructura de bloque: en una primera etapa a) al menos una parte de los monómeros con cadena lateral **m2** se hace reaccionar o se polimeriza y, al lograr una conversión particular, en una segunda etapa b) los monómeros ionizables **m1** se polimerizan, opcionalmente junto con cualquier monómero con cadena lateral aún no convertido **m2**. La etapa a) se

realiza particularmente de forma básica sin monómeros ionizables **m1**.

La polimerización en la etapa a) se realiza particularmente hasta que el 75-95 % molar, preferentemente 85-95 % molar, particularmente 86-92 % molar, de los monómeros con carga original **m2** se haya convertido/polimerizado.

Más particularmente, la polimerización en la etapa b) se realiza particularmente hasta que el 75-95 % molar, particularmente 80-92 % molar, de los monómeros con carga original **m1** se haya convertido/polimerizado.

La secuencia de las etapas a) y b), sin embargo, también puede cambiarse.

Como se ha descubierto, es ventajoso convertir los monómeros **m1** y **m2** en las etapas a) y b) hasta las conversiones mencionadas anteriormente. Además, es ventajoso realizar las etapas a) y b) en sucesión inmediata, independientemente de la secuencia seleccionada. De este modo, es posible mantener la reacción de polimerización en las etapas a) y b) hasta el mejor grado posible.

El proceso se puede realizar, por ejemplo, en la etapa a) cargando inicialmente los monómeros **m2** en un solvente, por ejemplo, agua, y luego polimerizándolos para proporcionar un primer bloque **A**. Una vez lograda la conversión deseada del monómero **m2** (por ejemplo, 75-95 % molar, particularmente 80-92 % molar; ver anteriormente), sin un retraso de tiempo, en la etapa b) se agregan los monómeros **m1** y continúa la polimerización. Los monómeros **m1** en la presente se agregan particularmente al bloque **A** ya formado, que forma un segundo bloque **B**. La polimerización, de forma ventajosa, continúa nuevamente hasta que se haya logrado la conversión deseada del monómero **m1** (por ejemplo, 75-95 % molar, particularmente 80-92 % molar; ver anteriormente). Esto proporciona, por ejemplo, un copolímero de dibloque que comprende un primer bloque **A** y un segundo bloque **B** conectados entre sí.

De manera alternativa, es posible convertir en primer lugar los monómeros ionizables **m1** en la primera etapa, y solamente en la segunda etapa b) convertir los monómeros con cadena lateral **m2** de manera análoga.

Los monómeros **m2** y cualquier monómero adicional en el primer bloque **A** del copolímero se encuentran particularmente en distribución estadística o aleatoria. Los monómeros **m1** y

cualquier monómero adicional en el segundo bloque **B** del copolímero, asimismo, se encuentran particularmente en distribución estadística o aleatoria.

- 5 Dicho de otro modo, al menos un bloque **A** y/o al menos un bloque **B**, preferentemente, adoptan la forma de un componente polimérico con distribución monomérica aleatoria.

Al menos un primer bloque **A** comprende, de forma ventajosa, 5-
10 70, particularmente 7-40, preferentemente 10-25 monómeros **m2** y/o al menos un bloque adicional **B** comprende 5-70, particularmente 7-50, preferentemente 20-40 monómeros **m1**.

Preferentemente, cualquier proporción de monómeros **m1**
15 presentes en el primer bloque **A** es inferior a 15 % molar, particularmente inferior a 10 % molar, particularmente inferior a 5 % molar o inferior a 1 % molar, en función de todos los monómeros **m2** en el primer bloque **A**. Además, cualquier proporción de monómeros **m2** presentes en el segundo
20 bloque **B** es ventajosamente inferior a 15 % molar, particularmente inferior a 10 % molar, particularmente inferior a 5 % molar o inferior a 1 % molar, en función de todos los monómeros **m1** en el segundo bloque **B**. De manera ventajosa, se cumplen ambas condiciones al mismo tiempo.

Por lo tanto, los monómeros **m1** y **m2** se encuentran básicamente separados, lo que beneficia el efecto de dispersión del copolímero y es ventajoso con respecto al problema de
5 retardo.

El primer bloque **A**, en función de todos los monómeros en el primer bloque **A**, consiste en particular hasta un grado de al menos 20 % molar, particularmente al menos 50 % molar,
10 particularmente al menos 75 % molar o al menos 90 % molar, de monómeros **m2** de la fórmula II. El segundo bloque **B**, en función de todos los monómeros en el segundo bloque **B**, consiste de forma ventajosa hasta un grado de al menos 20 % molar, particularmente al menos 50 % molar, particularmente
15 al menos 75 % molar o al menos 90 % molar, de monómeros **m1** de la fórmula I.

En una modalidad favorable adicional, en la etapa a) y/o en la etapa b), existe al menos un monómero polimerizable
20 adicional **ms**. Al menos un monómero polimerizable adicional **ms** en este caso se polimeriza en particular junto con al menos un monómero **m1** y/o el monómero **m2**.

De manera alternativa, es posible, además de la etapa a) y la

etapa b), proporcionar una etapa adicional c) de polimerización de al menos un monómero polimerizable adicional **ms**. De este modo, es posible preparar un copolímero con un bloque adicional **C**. Más particularmente, la etapa c) se lleva a cabo entre la etapa a) y la etapa b). Por lo tanto, el bloque adicional **C** puede disponerse entre los bloques **A** y **B** en el espacio.

Si está presente en el primer bloque **A**, al menos un monómero adicional **ms**, de manera ventajosa, tiene una proporción en el primer bloque **A** de 0.001-80 % molar, preferentemente 20-75 % molar, particularmente 30-70 % molar, en función de todos los monómeros en el primer bloque **A**.

Si está presente en el segundo bloque **B**, al menos un monómero adicional **ms**, de manera ventajosa, tiene una proporción en el segundo bloque **B** de 0.001-80 % molar, preferentemente 20-75 % molar, particularmente 30-70 % molar o 50-70 % molar, en función de todos los monómeros en el segundo bloque **B**.

20

En una modalidad ventajosa, al menos un monómero adicional **ms** está presente en el primer bloque **A** y/o en el segundo bloque **B** con una proporción de 20-75 % molar, particularmente 30-70 % molar, en función de todos los monómeros en el bloque

respectivo.

Un copolímero particularmente ventajoso con estructura de bloque tiene al menos una o más de las siguientes características:

- 5 (i) El bloque **A** tiene 7-40, particularmente 10-25, monómeros **m2** y el bloque **B** tiene 7-50, particularmente 20-40, monómeros **m1**.
- (ii) El primer bloque **A**, en función de todos los monómeros en el primer bloque **A**, consiste en un grado de 75 % molar,
 10 preferentemente, al menos 90 % molar, de monómeros **m2** de la fórmula II;
- (iii) El segundo bloque **B**, en función de todos los monómeros en el segundo bloque **B**, consiste en un grado de 75 % molar, preferentemente, al menos 90 % molar, de monómeros **m1** de la
 15 fórmula I;
- (iv) Una relación molar de los monómeros **m1** con respecto a los monómeros **m2** en el copolímero se encuentra en el intervalo de 0.5-6, preferentemente, 0.8-3.5;
- (v) R^1 es COOM;
- 20 (vi) R^2 y R^5 son H o CH_3 , preferentemente CH_3 ;
- (vii) $R^3 = R^4 = R^6 = R^7 = H$;
- (viii) $m = 0$ y $p = 1$;
- (ix) $X = -O-$
- (x) $A =$ alquileo C_2 y $n = 10-150$, preferentemente 15-50;

(xi) $R^a = H$ o $-CH_3$, preferentemente CH_3 .

Se prefiere particularmente un copolímero de dibloque que consiste en los bloques **A** y **B** con todas las características (i) - (iv). Se prefiere, además, un copolímero de dibloque
5 con todas las características (i) - (xi). Se prefiere aun más un copolímero de dibloque con todas las características (i) - (xi) en las ejecuciones preferidas en cada caso.

También es ventajoso un copolímero de tribloque que consiste
10 en los bloques **A**, **B** y **C**, particularmente en la secuencia A-C-B, donde el copolímero de tribloque tiene al menos todas las características (i) - (iv). Se prefiere, además, un copolímero de tribloque con todas las características (i) - (xi). Se prefiere aun más un copolímero de tribloque con
15 todas las características (i) - (xi) en las ejecuciones preferidas en cada caso. El bloque **C**, de forma ventajosa, comprende monómeros **ms** como se describió anteriormente, o el bloque **C** consiste en estos.

20 En una modalidad específica, estos copolímeros de dibloque o los copolímeros de tribloque también incluyen, en el bloque **A** y **B**, además, un monómero **ms** adicional como se describió anteriormente.

Copolímeros con estructura de gradiente

De acuerdo con una modalidad ventajosa adicional, los monómeros ionizables **m1** y los monómeros con cadena lateral **m2**
5 se polimerizan juntos al menos en una sección del copolímero para formar un gradiente de concentración y/o una estructura de gradiente.

La expresión «estructura de gradiente» o «gradiente de
10 concentración» en el caso de la presente es particularmente un cambio continuo en la concentración local de un monómero en al menos una sección en una dirección a lo largo de la estructura principal del copolímero. Otra expresión para «gradiente de concentración» es «pendiente de concentración».

15

El gradiente de concentración puede ser, por ejemplo, básicamente constante. Esto corresponde a una disminución o un aumento lineal en la concentración local del monómero respectivo en al menos una sección en la dirección de la
20 estructura principal del copolímero. Sin embargo, es posible que el gradiente de concentración cambie en la dirección de la estructura principal del copolímero. En este caso, existe una disminución o un aumento no lineal en la concentración local de los monómeros respectivos. El gradiente de

concentración se prolonga particularmente en al menos 10, particularmente al menos 14, preferentemente al menos 20 o al menos 40 monómeros del copolímero.

- 5 Por el contrario, los cambios abruptos o bruscos en la concentración de monómeros, como es el caso, por ejemplo, de los copolímeros de bloque no se denominan gradiente de concentración.
- 10 La expresión «concentración local» en el contexto de la presente se refiere a la concentración de un monómero particular en un punto determinado en la estructura principal del polímero. En la práctica, la concentración local o el promedio de la concentración local se puede reconocer, por
- 15 ejemplo, determinando las conversiones de monómeros durante la preparación del copolímero. En este caso, se pueden reconocer los monómeros convertidos dentro de un período particular. La concentración local promedio corresponde, particularmente, a la relación de la fracción molar de un
- 20 monómero particular convertido dentro del período de tiempo en cuestión a la cantidad molar total de los monómeros convertidos dentro del período de tiempo en cuestión.

Las conversiones de los monómeros se pueden determinar de

manera conocida por sí misma, por ejemplo, con la ayuda de cromatografía líquida, particularmente cromatografía líquida de alto rendimiento (HPLC, por sus siglas en inglés), y teniendo en cuenta las cantidades de monómeros utilizados.

5

El copolímero preparado también puede tener más de una sección con una estructura de gradiente, particularmente dos, tres, cuatro o incluso más secciones, que se disponen en sucesión, por ejemplo. De estar presentes, las distintas
10 estructuras de gradiente o las pendientes de concentración pueden estar presentes en las distintas secciones.

Preferentemente, en al menos una sección con una estructura de gradiente, una concentración local de al menos un monómero
15 ionizable **m1** aumenta de forma continua a lo largo de la estructura principal del polímero, mientras que una concentración local de al menos un monómero con cadena lateral **m2** disminuye de forma continua a lo largo de la estructura principal del polímero, o viceversa.

20

Una concentración local del monómero ionizable **m1** en el primer extremo de al menos una sección con la estructura de gradiente es particularmente inferior que en el segundo extremo de la sección con estructura de gradiente, mientras

que una concentración local del monómero con cadena lateral **m2** en el primer extremo de la sección con estructura de gradiente es superior que en el segundo extremo de la sección con estructura de gradiente, o viceversa.

5

Más particularmente, en el caso de una división de al menos una sección con estructura de gradiente en 10 subsecciones de igual longitud, la concentración local promedio de al menos un monómero ionizable **m1** en las subsecciones respectivas a lo
10 largo de la estructura principal del polímero aumenta en al menos 3, particularmente en al menos 5 u 8, subsecciones sucesivas, mientras que la concentración local promedio de al menos un monómero con cadena lateral **m2** en las subsecciones respectivas a lo largo de la estructura principal del
15 polímero disminuye en al menos 3, particularmente en al menos 5 u 8, subsecciones sucesivas, o viceversa.

De manera específica, un aumento o disminución de la concentración local promedio de al menos un monómero
20 ionizable **m1** en las subsecciones sucesivas es básicamente constante, mientras que, de forma ventajosa, una disminución o un aumento de la concentración local promedio de al menos un monómero con cadena lateral **m2** en las subsecciones sucesivas también es básicamente constante.

Se ha descubierto que el siguiente procedimiento se prefiere particularmente para la preparación de copolímeros que comprenden una estructura de gradiente: en una primera etapa

5 a) al menos una parte de los monómeros con cadena lateral **m2** se hace reaccionar o se polimeriza y, al lograr una conversión particular, en una segunda etapa b) los monómeros ionizables **m1** se polimerizan junto con monómeros con cadena lateral aún no convertidos **m2**. La etapa a) se realiza

10 particularmente de forma básica sin monómeros ionizables **m1**.

También es posible, en una primera etapa a), hacer reaccionar o polimerizar al menos una parte de los monómeros ionizables **m1** y, al lograr una conversión particular, en una segunda

15 etapa b), polimerizar los monómeros con cadena lateral **m2** junto con cualquier monómero ionizable aún no convertido **m1**. La etapa a) se realiza particularmente de forma básica sin monómeros ionizables **m2**.

20 Más particularmente, mediante el proceso anterior, es posible preparar, de manera eficaz y económica, copolímeros con una sección que consiste básicamente en monómeros con cadena lateral polimerizados **m2** seguido de una sección con estructura de gradiente.

La polimerización en la etapa a) se realiza particularmente hasta que 1-74 % molar, preferentemente 10-70 % molar, en particular 25-70 % molar, particularmente, 28-50 % molar o
 5 30-45 % molar, de los monómeros de cadena lateral **m2** de los monómeros ionizables **m1** se han convertido o polimerizado.

En una modalidad ventajosa adicional, en la etapa a) y/o en la etapa b), existe al menos un monómero polimerizable
 10 adicional **ms** de la fórmula III. Al menos un monómero polimerizable adicional **ms** en este caso se polimeriza en particular junto con al menos un monómero **m1** y/o el monómero **m2**.

15 En una modalidad ventajosa, al menos una sección con la estructura de gradiente, en función de la longitud total de la estructura principal del polímero, tiene una longitud de al menos 30 %, particularmente al menos 50 %, preferentemente al menos 75 % o 90 %.

20

De manera ventajosa, al menos una sección con la estructura de gradiente, en función de la cantidad total de los monómeros en la estructura principal del polímero, tiene una proporción de al menos 30 %, particularmente al menos 50 %,

preferentemente al menos 75 % o 90 % de monómeros.

En particular, al menos una sección con la estructura de gradiente, en función del peso molecular promedio en peso del
5 copolímero total, ordena una proporción en peso de al menos 30 %, particularmente al menos 50 %, preferentemente al menos 75 % o 90 %.

Por lo tanto, la sección con estructura de gradiente con el
10 gradiente de concentración o la estructura de gradiente es particularmente importante.

Al menos una sección con estructura de gradiente comprende, de forma ventajosa, 5-70, particularmente 7-40,
15 preferentemente 10-25, monómeros **m1** y 5-70, particularmente 7-40, preferentemente 10-25 monómeros **m2**.

Es ventajoso cuando al menos 30 % molar, particularmente al menos 50 % molar, preferentemente al menos 75 % molar, en
20 particular, al menos 90 % molar o al menos 95 % molar, de los monómeros ionizables **m1** se encuentra al menos en una sección con una estructura de gradiente.

Asimismo, de forma ventajosa, al menos 30 % molar,

particularmente al menos 50 % molar, preferentemente al menos 75 % molar, en particular, al menos 90 % molar o al menos 95 % molar, de los monómeros con cadena lateral **m2** se encuentra al menos en una sección con una estructura de gradiente.

5

Se prefiere particularmente que se cumplan las dos últimas condiciones mencionadas anteriormente de manera simultánea.

En otra modalidad ventajosa, el copolímero, además de al
10 menos una sección con una estructura de gradiente, tiene una sección adicional, donde hay una concentración local básicamente constante de los monómeros y/o una distribución estadística o aleatoria de los monómeros en toda la sección. Esta sección puede consistir, por ejemplo, en un único tipo
15 de monómeros o de múltiples monómeros distintos en distribución aleatoria. Sin embargo, en esta sección, particularmente no hay estructura de gradiente ni gradiente de concentración a lo largo de la estructura principal del polímero.

20

El copolímero también puede tener más de una sección adicional, por ejemplo, dos, tres, cuatro o incluso más secciones, que difieren entre sí desde un punto de vista químico y/o estructural.

Preferentemente, la sección con la estructura de gradiente se une directamente a la sección adicional con la distribución monomérica estadística.

5

Sorprendentemente, se ha descubierto que los copolímeros de este tipo son incluso más ventajosos en algunas circunstancias con respecto al efecto plastificante y el mantenimiento de este con el transcurso del tiempo.

10

Más particularmente, la sección adicional con la distribución estadística comprende monómeros ionizables **m1** y/o monómeros con cadena lateral **m2**.

15 En función de todos los monómeros presentes allí, la sección adicional con la distribución monomérica estadística, en una modalidad de la invención, por ejemplo, comprende, de forma ventajosa, al menos 30 % molar, particularmente al menos 50 % molar, preferentemente al menos 75 % molar, en particular, al
20 menos 90 % molar o al menos 95 % molar, de monómeros ionizables **m1**. Cualquier proporción de monómeros con cadena lateral **m2** presentes en la sección adicional con distribución monomérica estadística es particularmente inferior a 25 % molar, particularmente inferior a 10 % molar o inferior a 5 %

molar, en función de todos los monómeros **m1** en la sección adicional. Más particularmente, no hay unidades monoméricas con cadena lateral **m2** en la sección adicional con distribución monomérica estadística.

5

En una implementación adicional y particularmente ventajosa de la invención, la sección adicional con distribución monomérica estadística, en función de todos los monómeros presentes allí, comprende al menos 30 % molar, particularmente al menos 50 % molar, preferentemente al menos 75 % molar, en particular, al menos 90 % molar o al menos 95 % molar, de monómeros con cadena lateral **m2**. En este caso, cualquier proporción de monómeros ionizables **m1** presentes en la sección adicional es, en particular, inferior a 25 % molar, particularmente inferior a 10 % molar o inferior a 5 % molar, en función de todos los monómeros **m2** en la sección adicional con distribución monomérica estadística. Más particularmente, no hay monómeros ionizables **m1** en la sección adicional con distribución monomérica estadística.

20

Se ha descubierto que es adecuado cuando la sección adicional comprende un total de 5-70, particularmente 7-40, preferentemente 10-25, monómeros. Estos son, particularmente, monómeros **m1** y/o monómeros **m2**.

- Una relación de la cantidad de unidades monoméricas en al menos una sección con la estructura de gradiente a la cantidad de monómeros en al menos una sección adicional con
- 5 distribución monomérica estadística se encuentra, de forma ventajosa, en el intervalo de 99:1-1:99, particularmente 10:90-90:10, preferentemente 80:20-20:80, particularmente 70:30-30:70.
- 10 Un copolímero particularmente ventajoso con estructura de gradiente tiene al menos una o más de las siguientes características:
- (i) El copolímero consiste hasta un grado de al menos 75 % molar, particularmente al menos 90 % molar o 95 % molar, de
- 15 monómeros ionizables **m1** y monómeros con cadena lateral **m2**;
- (ii) El copolímero comprende o consiste en al menos una sección con estructura de gradiente y una sección adicional con distribución monomérica estadística;
- (iii) La sección adicional con distribución monomérica
- 20 estadística comprende monómeros con cadena lateral **m2**, particularmente al menos 50 % molar, preferentemente al menos 75 % molar, en particular al menos 90 % molar o al menos 95 % molar, en función de todas las unidades monoméricas presentes en la sección adicional con distribución monomérica

- estadística. Cualquier proporción de monómeros ionizables **m1** presentes en la sección adicional es inferior a 25 % molar, particularmente inferior a 10 % molar o inferior a 5 % molar, en función de todos los monómeros **m2** en la sección adicional
- 5 con distribución monomérica estadística.
- (iv) Una relación molar de los monómeros **m1** con respecto a los monómeros **m2** en el copolímero se encuentra en el intervalo de 0.5-6, preferentemente, 0.8-3.5;
- (v) R^1 es COOM;
- 10 (vi) R^2 y R^5 son H o CH_3 , preferentemente CH_3 ;
- (vii) $R^3 = R^4 = R^6 = R^7 = H$;
- (viii) $m = 0$ y $p = 1$;
- (ix) $X = -O-$
- (x) $A =$ alquileo C_2 y $n = 10-150$, preferentemente 15-50;
- 15 (xi) $R^a = H$ o $-CH_3$, preferentemente CH_3 .

Se prefiere particularmente un copolímero que consiste en una sección con estructura de gradiente y una sección con distribución monomérica estadística, con al menos todas las

20 características (i)-(iv). Se prefiere, además, un copolímero con todas las características (i)-(xi). Se prefiere aun más un copolímero con todas las características (i)-(xi) en las ejecuciones preferidas en cada caso.

Uso de los copolímeros

La presente invención se refiere, además, al uso de un copolímero que se describió anteriormente como dispersante
5 para partículas sólidas.

La expresión «partículas sólidas» se refiere a partículas compuestas por materiales orgánicos e inorgánicos. En particular, estas son partículas inorgánicas y/o minerales.

10

De manera particularmente ventajosa, el copolímero se utiliza como dispersante para composiciones aglutinantes minerales. En particular, es posible emplear el copolímero para plastificación, reducción de agua y/o mejora de la capacidad
15 de trabajo de una composición aglutinante mineral.

Más particularmente, el copolímero se puede utilizar para extender la capacidad de trabajo de una composición aglutinante mineral.

20

Asimismo, la presente invención también hace referencia a una composición aglutinante mineral que comprende al menos un copolímero, tal como se describió anteriormente.

La composición aglutinante mineral comprende al menos un aglutinante mineral. Se entiende, en particular, que la expresión «aglutinante mineral» hace referencia a un aglutinante que reacciona en presencia de agua en una
5 reacción de hidratación para proporcionar hidratos sólidos o fases hidrato. Por ejemplo, este puede ser un aglutinante hidráulico (por ejemplo, cemento o cal hidráulica), un aglutinante hidráulico latente (por ejemplo, escoria), un aglutinante puzolánico (por ejemplo, ceniza volante) o un
10 aglutinante no hidráulico (yeso o cal blanca).

Más particularmente, el aglutinante mineral o la composición aglutinante comprende un aglutinante hidráulico, preferentemente, cemento. Se proporciona preferencia
15 particular a un cemento con un contenido de clínker de cemento de ≥ 35 % en peso. Más particularmente, el cemento es de tipo CEM I, CEM II, CEM III, CEM IV o CEM V (de acuerdo con el estándar EN 197-1). Una proporción del aglutinante hidráulico en el aglutinante mineral total es, de forma
20 ventajosa, de al menos 5 % en peso, particularmente al menos 20 % en peso, preferentemente al menos 35 % en peso, particularmente al menos 65 % en peso. En una modalidad favorable adicional, el aglutinante mineral consiste hasta un grado ≥ 95 % en peso de aglutinante hidráulico,

particularmente, de cemento o clinker de cemento.

De manera alternativa, puede ser ventajoso cuando el aglutinante mineral o la composición aglutinante mineral
5 comprende o consiste en otros aglutinantes. Estos son especialmente aglutinantes hidráulicos latentes y/o aglutinantes puzolánicos. Los aglutinantes hidráulicos latentes y/o puzolánicos adecuados son, por ejemplo, escoria, ceniza volante y/o sílice en polvo. La composición
10 aglutinante, asimismo, puede comprender sustancias inertes, por ejemplo, caliza, cuarzo en polvo y/o pigmentos. En una modalidad ventajosa, el aglutinante mineral contiene 5-95 % en peso, particularmente 5-65 % en peso, más preferentemente 15-35 % en peso, de aglutinantes hidráulicos latentes y/o
15 puzolánicos. Los aglutinantes hidráulicos latentes y/o puzolánicos adecuados son, por ejemplo, escoria y/o ceniza volante.

En una modalidad particularmente preferida, el aglutinante
20 mineral comprende un aglutinante hidráulico, más particularmente, cemento o clinker de cemento, y un aglutinante hidráulico latente y/o puzolánico, preferentemente, escoria y/o ceniza volante. En este caso, la proporción de aglutinante hidráulico latente y/o puzolánico

es, más preferentemente, 5 - 65 % en peso, más preferentemente, 15 - 35 % en peso, mientras que al menos 35 % en peso, particularmente, al menos 65 % en peso, del aglutinante hidráulico se encuentra presente.

5

Preferentemente, la composición aglutinante mineral es un mortero o una composición de hormigón.

La composición aglutinante mineral es, particularmente, una
10 composición aglutinante mineral maleable y/o una composición compuesta por agua.

De forma preferible, la relación en peso de agua a aglutinante en la composición aglutinante mineral se
15 encuentra en el intervalo de 0.25-0.7, más particularmente, 0.26-0.65, preferentemente, 0.27-0.60, particularmente, 0.28-0.55.

El copolímero se utiliza, de forma ventajosa, con una
20 proporción de 0.01-10 % en peso, particularmente, 0.1-7 % en peso o 0.2-5 % en peso, en función del contenido del aglutinante. La proporción del copolímero se basa en el copolímero en sí mismo. En el caso de un copolímero en forma de una solución, el contenido de sólidos es proporcionalmente

fundamental.

Un aspecto adicional de la presente invención se refiere a un cuerpo con forma, más particularmente, un constituyente de
5 una estructura construida, que se puede obtener al curar una composición aglutinante mineral que comprende un copolímero como se describió anteriormente, luego de la adición de agua. Por ejemplo, una estructura construida puede ser un puente, un edificio, un túnel, una autopista o una pista de
10 aterrizaje.

Serán evidentes otras modalidades ventajosas a partir de los siguientes ejemplos operativos.

15 **Breve descripción del dibujo**

Las figuras utilizadas para esclarecer los ejemplos operativos muestran:

20 Fig.1: La gráfica de las conversiones monoméricas contra el tiempo en la preparación de un copolímero de la invención (P4);

Fig. 2: Un diagrama esquemático de una estructura posible

de un copolímero que puede derivar de las conversiones de acuerdo con la Figura 1.

Ejemplos operativos

5

1. Preparación de ejemplos para polímeros

1.1 Polímero estadístico **R1**

Con fines comparativos, se preparó un polímero **R1** con distribución monomérica estadística o aleatoria. Se preparó
10 el polímero **R1** mediante esterificación análoga de polímeros (PAE, por sus siglas en inglés). El procedimiento fue básicamente como se describió de la línea 20 de la página 7 a la línea 50 de la página 8 de EP 1 138 697 B1, así como en los ejemplos que se mencionan en dicho documento. De manera
15 específica, se esterificó un ácido polimetacrílico con metoxi polietilenglicol₁₀₀₀ (polietilenglicol unilateralmente terminado en metoxi con un peso molecular promedio de 1'000 g/mol; ~ 20 unidades de óxido de etileno/molécula) para producir una relación molar de unidades de ácido metacrílico
20 a grupos éster de 1 (**M1/M2** = 1). El contenido de sólidos del polímero **R1** es de alrededor de 40 % en peso.

1.2 Copolímero de dibloque **P1**

Para la preparación de un copolímero de dibloque **P1** mediante

polimerización RAFT, se cargó inicialmente un matraz de fondo redondo equipado con un condensador de reflujo, sistema de agitación, termómetro y tubo de entrada de gas inerte con 57.4 g de metacrilato de metoxi polietilenglicol₁₀₀₀ al 50 %
5 (0.03 mol; peso molecular promedio: 1'000 g/mol; ~ 20 unidades de óxido de etileno/molécula) y 18.4 g de agua desionizada. Se calentó la mezcla de reacción a 80 °C con agitación potente. Se hizo pasar una corriente de gas inerte (N₂) suave a través de la solución durante el calentamiento y
10 durante todo el tiempo de reacción restante.

Luego, se agregaron 273 mg de ácido 4-ciano-4-(tiobenzoil)pentanoico (0.85 mmol; agente de RAFT) a la mezcla. Una vez que se disolvió la sustancia por completo, se
15 agregaron 42 mg de AIBN (0.26 mmol; iniciador). A partir de allí, se determinó la conversión de forma regular mediante HPLC.

Tan pronto como la conversión, basada en metacrilato de
20 metoxi-polietilenglicol, superó el 80 % molar, se agregaron 2.33 g de ácido metacrílico (0.03 mol) a la mezcla de reacción. Se dejó reaccionar la mezcla durante 4 horas adicionales y luego se dejó enfriar. Se obtuvo una solución acuosa levemente rojiza traslúcida con un contenido de

sólidos de alrededor de 40 % en peso. La relación molar de ácido metacrílico a metacrilato de metoxi-polietilenglicol es 1.

1.3 Polímero estadístico **P2**

- 5 Se preparó un segundo polímero **P2** con distribución monomérica estadística o aleatoria. El procedimiento fue análogo a la preparación del polímero **P1** (capítulo anterior), salvo que se incluyó el ácido metacrílico en la carga inicial al comienzo junto con el metacrilato de metoxi polietilenglicol-1000. El
- 10 contenido de sólidos del polímero **P2** es nuevamente de alrededor de 40 % en peso.

1.4 Copolímero de dibloque **P3**

- Se preparó el copolímero de dibloque **P3** de forma análoga al
- 15 copolímero de dibloque **P1**, salvo que, se usó metacrilato de metoxi polietilenglicol₁₀₀₀, la cantidad correspondiente de metacrilato de metoxi polietilenglicol₄₀₀ (peso molecular promedio: 400 g/mol; ~ 9 unidades de óxido de etileno/molécula). El contenido de sólidos del polímero **P3** es
- 20 nuevamente de alrededor de 40 % en peso.

1.5 Copolímero con estructura de gradiente **P4**

Para la preparación del polímero de gradiente mediante polimerización RAFT, se cargó inicialmente un matraz de fondo

redondo equipado con un condensador de reflujo, sistema de agitación, termómetro y tubo de entrada de gas inerte con 57.4 g de metacrilato de metoxi polietilenglicol1000 al 50 % (0.03 mol) y 22 g de agua desionizada. Se calentó la mezcla
5 de reacción hasta 80 °C con agitación fuerte. Se hizo pasar una corriente de gas inerte N₂ suave a través de la solución durante el calentamiento y durante todo el tiempo de reacción restante. Luego, se agregaron 378 mg de ácido 4-ciano-4-(tiobenzoil)pentanoico (1.35 mmol) a la mezcla. Una vez que
10 se disolvió la sustancia por completo, se agregaron 67 mg de AIBN (0.41 mmol). A partir de allí, se determinó la conversión de forma regular mediante HPLC.

Tan pronto como la conversión, basada en metacrilato de
15 metoxi polietilenglicol, llegó a 65 % molar, se agregaron por goteo 4.66 g de ácido metacrílico (0.05 mol) disuelto en 20 g de H₂O en un período de 20 minutos. Luego de finalizada esta etapa, la mezcla se dejó reaccionar durante 4 h adicionales y luego se dejó enfriar. Se obtuvo una solución acuosa
20 levemente rojiza traslúcida con un contenido de sólidos de alrededor de 35%. El copolímero con estructura de gradiente obtenido de esta manera se denomina copolímero **P4**.

La Figura 1 muestra la gráfica de las conversiones de

monómeros contra el tiempo en la preparación del copolímero **P4**. Se determinaron las conversiones de monómeros de manera conocida en sí misma en los momentos indicados en la Figura 1 durante la preparación del copolímero mediante cromatografía líquida de alto rendimiento (HPLC). La curva punteada superior que comienza en el origen en el momento $t = 0$ minutos representa el porcentaje de conversión de los monómeros de metacrilato de metoxi polietilenglicol (= monómeros con cadena lateral **m2**) (escala a la derecha). La curva punteada inferior que comienza en el momento $t = 25$ minutos representa el porcentaje de conversión de los monómeros de ácido metacrílico (= monómeros ionizables **m1**) (escala a la derecha). La línea continua con los puntos en forma de rombo indica la cantidad de monómeros con cadena lateral **m2** que se han polimerizado desde el punto de medición anterior (= $n(\mathbf{M2})$; escala a la izquierda). De manera correspondiente, la línea continua con los puntos triangulares indica la cantidad de monómeros ionizables **m1** que se han polimerizado desde el punto de medición anterior (= $n(\mathbf{M1})$; escala a la izquierda).

Usando los datos de la Figura 1 para el período desde 0 a 55 minutos en el momento particular para calcular la relación $n(\mathbf{M2}) / [n(\mathbf{M1}) + n(\mathbf{M2})]$ y $n(\mathbf{M1}) / [n(\mathbf{M1}) + n(\mathbf{M2})]$, se

descubrieron los siguientes valores:

*Tabla 1: Relaciones de monómeros durante la preparación del copolímero **P4**.*

Tiempo	$n(\mathbf{M2}) / [n(\mathbf{M1}) + n(\mathbf{M2})]$	$n(\mathbf{M1}) / [n(\mathbf{M1}) + n(\mathbf{M2})]$
15	100 %	0 %
25	100 %	0 %
30	33 %	67 %
35	29 %	71 %
40	25 %	75 %
45	17 %	83 %
55	10 %	90 %

Es evidente a partir de la tabla 1 que, en la preparación del copolímero **P4**, durante los primeros 25 minutos, se forma una sección que consiste en 100 % de monómeros con cadena lateral **m2**, seguida de una sección en la cual la proporción de monómeros de cadena lateral **m2** disminuye de forma continua mientras que la proporción de monómeros ionizables **m1** aumenta de manera continua.

La Figura 2, de manera adicional, muestra un esquema de una

estructura posible del copolímero **P4**. Esto se puede deducir directamente a partir de las conversiones que se muestran en la Figura 1. Los monómeros con cadena lateral **m2** (= monómeros de metacrilato de metoxi polietilenglicol polimerizados) están representados como un círculo con un apéndice torcido. Los monómeros ionizables **m1** están representados como símbolos en forma de mancuerna.

Es evidente a partir de la Figura 2 que el copolímero **P4** comprende una primera sección con estructura de gradiente y una sección adicional AB que consiste básicamente en los monómeros con cadena lateral.

1.5 Copolímero con estructura de gradiente **P5**

Para la preparación del polímero de gradiente mediante polimerización RAFT, se cargó inicialmente un matraz de fondo redondo equipado con un condensador de reflujo, sistema de agitación, termómetro y tubo de entrada de gas inerte con 57.4 g de metacrilato de metoxi polietilenglicol1000 al 50 % (0.03 mol) y 22 g de agua desionizada. Se calentó la mezcla de reacción hasta 80 °C con agitación fuerte. Se hizo pasar una corriente de gas inerte N₂ suave a través de la solución durante el calentamiento y durante todo el tiempo de reacción restante. Luego, se agregaron 378 mg de ácido 4-ciano-4-

(tiobenzoil)pentanoico (1.35 mmol) a la mezcla. Una vez que se disolvió la sustancia por completo, se agregaron 67 mg de AIBN (0.41 mmol). A partir de allí, se determinó la conversión de forma regular mediante HPLC.

5

Tan pronto como la conversión, basada en metacrilato de metoxi polietilenglicol, llegó a 45 % molar, se agregaron por goteo 4.66 g de ácido metacrílico (0.05 mol) disuelto en 20 g de H₂O en un período de 20 minutos. Luego de finalizada esta
10 etapa, la mezcla se dejó reaccionar durante 4 h adicionales y luego se dejó enfriar. Se obtuvo una solución acuosa levemente rojiza traslúcida con un contenido de sólidos de alrededor de 35%. El copolímero con estructura de gradiente obtenido de esta manera se denomina copolímero **P2**.

15

1.5 Copolímero con estructura de gradiente **P6**

Para la preparación del polímero de gradiente mediante polimerización RAFT, se cargó inicialmente un matraz de fondo redondo equipado con un condensador de reflujo, sistema de
20 agitación, termómetro y tubo de entrada de gas inerte con 57.4 g de metacrilato de metoxi polietilenglicol1000 al 50 % (0.03 mol) y 22 g de agua desionizada. Se calentó la mezcla de reacción hasta 80 °C con agitación fuerte. Se hizo pasar una corriente de gas inerte N₂ suave a través de la solución

durante el calentamiento y durante todo el tiempo de reacción restante. Luego, se agregaron 378 mg de ácido 4-ciano-4-(tiobenzoil)pentanoico (1.35 mmol) a la mezcla. Una vez que se disolvió la sustancia por completo, se agregaron 67 mg de
5 AIBN (0.41 mmol). A partir de allí, se determinó la conversión de forma regular mediante HPLC.

Tan pronto como la conversión, basada en metacrilato de metoxi polietilenglicol, llegó a 30 % molar, se agregaron por
10 goteo 4.66 g de ácido metacrílico (0.05 mol) disuelto en 20 g de H₂O en un período de 20 minutos. Luego de finalizada esta etapa, la mezcla se dejó reaccionar durante 4 h adicionales y luego se dejó enfriar. Se obtuvo una solución acuosa levemente rojiza traslúcida con un contenido de sólidos de
15 alrededor de 35%. El copolímero con estructura de gradiente obtenido de esta manera se denomina copolímero **P6**.

2. Polidispersión

La polidispersión de los polímeros de la invención es de
20 alrededor de 1.2 en toda la tabla. Por el contrario, el polímero comparativo **R1** preparado mediante esterificación análoga de polímeros presenta una polidispersión de alrededor de 1.5.

3. Pruebas con mortero

- Para determinar los dispersantes de los polímeros, se midió la caída de una serie de mezclas de mortero elaboradas en distintos momentos, de acuerdo con EN 1015-3. Los morteros se
- 5 produjeron usando cemento (tipo CEM I), arenas (tamaño de grano máximo de 8 mm), relleno de caliza y agua ($w/c = 0.49$). Se descubrió aquí que todos los copolímeros presentan un efecto plastificante correcto y duradero.
- 10 Sin embargo, las modalidades descritas anteriormente se deben comprender únicamente como ejemplos ilustrativos que se pueden modificar según se desee dentro del alcance de la invención.

REIVINDICACIONES

1. Un proceso para preparar un dispersante para partículas sólidas, en particular, un dispersante para composiciones
5 aglutinantes minerales, donde los monómeros ionizables **m1** y los monómeros con cadena lateral **m2** se polimerizan para proporcionar un copolímero, **caracterizado por que** la polimerización se realiza mediante polimerización de radicales libres vivos.
- 10
2. El proceso tal como se reivindicó en la reivindicación 1, caracterizado por que se realiza la polimerización mediante polimerización por adición-fragmentación y transferencia de cadena reversible (RAFT).
- 15
3. El proceso tal como se reivindicó en al menos una de las reivindicaciones 1-2, caracterizado por que los monómeros se convierten en un copolímero con estructura de bloque, donde los monómeros con cadena lateral **m2** están presentes
20 básicamente en al menos un primer bloque **A** y monómeros ionizables **m1** básicamente en al menos un segundo bloque **B**.
4. El proceso tal como se reivindicó en la reivindicación 3, caracterizado por que cualquier proporción de monómeros **m1**

presentes en el primer bloque **A** es inferior a 25 % molar, particularmente de no más de 10 % molar, en función de todos los monómeros **m2** en el primer bloque **A**, y donde cualquier proporción de unidades monoméricas **m2** presentes en el segundo
5 bloque **B** es inferior a 25 % molar, particularmente de no más de 10 % molar, en función de todas las unidades monoméricas **m1** en el segundo bloque **B**.

5. El proceso tal como se reivindicó en al menos una de las
10 reivindicaciones 1-4, caracterizado por que los monómeros ionizables **m1** y los monómeros con cadena lateral **m2** se polimerizan juntos para formar una sección con un gradiente de concentración y/o una estructura de gradiente.

15 6. El proceso tal como se reivindicó en al menos una de las reivindicaciones 1-5, donde, en una primera etapa a) al menos una parte de los monómeros con cadena lateral **m2** se hace reaccionar o se polimeriza y, al lograr una conversión particular, en una segunda etapa b) los monómeros ionizables
20 **m1** se polimerizan, opcionalmente junto con cualquier monómero con cadena lateral aún no convertido **m2**.

7. El proceso tal como se reivindicó en la reivindicación 6, donde la etapa a) se realiza sin monómeros ionizables **m1**.

8. El proceso tal como se reivindicó en al menos una de las reivindicaciones 6-7, caracterizado por que la polimerización en la etapa a) se realiza hasta que 25-85 % molar de los monómeros con cadena lateral **m2** se haya convertido o
5 polimerizado.

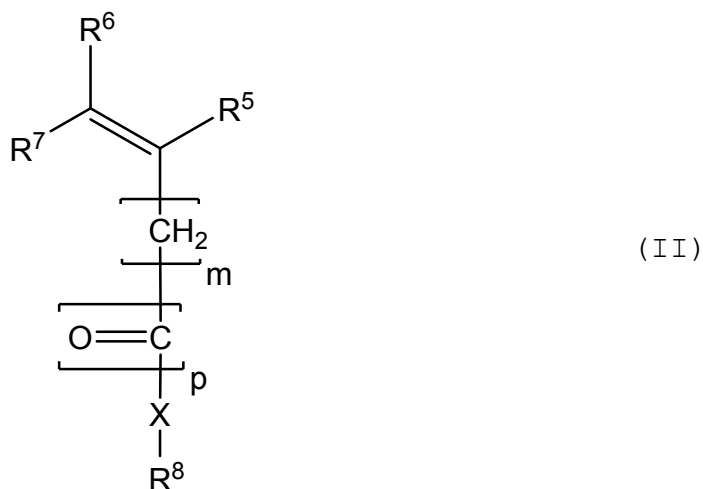
9. El proceso tal como se reivindicó en al menos una de las reivindicaciones 1-8, caracterizado por que los monómeros ionizables **m1** presentan una estructura de la fórmula I:

10



15 y los monómeros con cadena lateral **m2** presentan una estructura de la fórmula II:

20



donde

R^1 , en cada caso, independientemente, es $-\text{COOM}$, $-\text{SO}_2-\text{OM}$, $-\text{O}-\text{PO}(\text{OM})_2$ y/o $-\text{PO}(\text{OM})_2$,

R^2 , R^3 , R^5 y R^6 , en cada caso, independientemente, son H o un
5 grupo alquilo con 1 a 5 átomos de carbono,

R^4 y R^7 , en cada caso, independientemente, son H, $-\text{COOM}$ o un grupo alquilo con 1 a 5 átomos de carbono,

o donde R^1 forma un anillo junto con R^4 para proporcionar $-\text{CO}-\text{O}-\text{CO}-$,

10 M, independientemente uno de otro, representa H^+ , un ion de metal alcalino, un ion de metal alcalinotérreo, un ion de metal divalente o trivalente, un ion amonio o un grupo de amonio orgánico;

$m = 0, 1$ o 2 ,

15 $p = 0$ o 1 ,

X, en cada caso, independientemente, es $-\text{O}-$ o $-\text{NH}-$,

R^8 es un grupo de la fórmula $-\text{[AO]}_n-\text{R}^a$

donde A = alquilenos C_2 a C_4 , R^a es H, un grupo alquilo C_1 a C_{20} , grupo cicloalquilo o grupo alquilarilo,

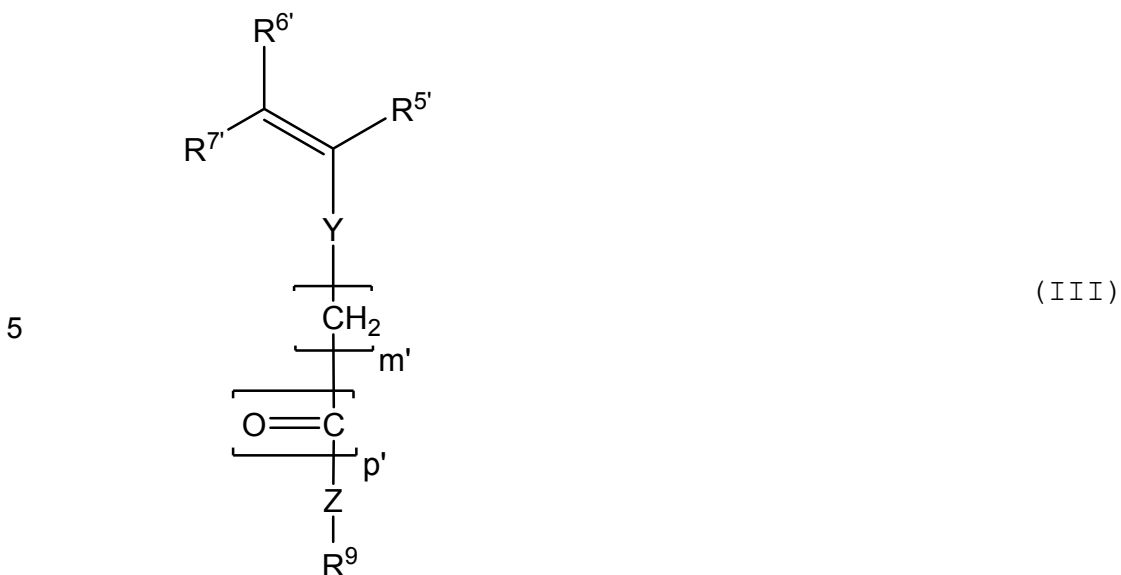
20 y $n = 2-250$, particularmente $10-200$.

10. El proceso tal como se reivindicó en al menos una de las reivindicaciones 1-9, caracterizado por que una relación molar de los monómeros ionizables **m1** utilizados a los

monómeros con cadena lateral **m2** utilizados se encuentra en el intervalo de 0.5-6, particularmente, 0.7-4, preferentemente, 0.9-3.8, más preferentemente, 1.0-3.7 o 2-3.5.

5 11. El proceso tal como se reivindicó en al menos una de las reivindicaciones 9-10, caracterizado por que $R^1 = \text{COOM}$; R^2 y R^5 , independientemente uno de otro, son H, $-\text{CH}_3$ o mezclas de estos; R^3 y R^6 , independientemente uno de otro, son H o $-\text{CH}_3$, preferentemente H; R^4 y R^7 , independientemente uno de otro,
 10 son H o $-\text{COOM}$, preferentemente H; y donde X en al menos 75 % molar, particularmente en al menos 90 % molar, particularmente en al menos 99 % molar, de todos los monómeros **m2** es $-\text{O}-$.

15 12. El proceso tal como se reivindicó en al menos una de las reivindicaciones 1-11, caracterizado por que al menos un monómero adicional **ms** está presente y se polimeriza durante la polimerización, que es particularmente un monómero de la fórmula III:



10 donde $\text{R}^{5'}$, $\text{R}^{6'}$, $\text{R}^{7'}$, m' y p' son como se definieron para R^5 , R^6 , R^7 , m y p en la reivindicación 5;

Y , en cada caso, independientemente, es un enlace químico u -
O-;

Z , en cada caso, independientemente, es un enlace químico, -
15 O- o -NH-;

R^9 , en cada caso, independientemente, es un grupo alquilo, un grupo cicloalquilo, un grupo alquilarilo, un grupo arilo, un grupo hidroxialquilo o un grupo acetoxialquilo, en cada caso con 1-20 átomos de carbono.

20

13. El proceso tal como se reivindicó en al menos una de las reivindicaciones 1-12, caracterizado por que la polimerización se realiza al menos parcialmente, preferentemente por completo, en una solución acuosa.

14. Un copolímero que puede obtenerse mediante un proceso tal como se reivindicó en al menos una de las reivindicaciones 1-14.

5

15. El uso de un copolímero tal como se reivindicó en la reivindicación 14 como un dispersante para partículas sólidas, particularmente como un dispersante para una composición aglutinante mineral, particularmente para
10 plastificar, reducir el agua y/o extender la capacidad de trabajo de una composición aglutinante mineral, preferentemente una composición de mortero o de hormigón.

RESUMEN

La presente invención se refiere a un método para producir un
5 dispersante para partículas sólidas, en particular, un
dispersante para composiciones aglutinantes minerales. De
acuerdo con la invención, monómeros ionizables m1 y monómeros
con cadena lateral m2 se polimerizan para formar un
copolímero, la polimerización tiene lugar como polimerización
10 de radicales libres vivos.