(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 898 665**

(51) Int. CI.:

B01J 31/02 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **16.04.2015 PCT/EP2015/058324**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **22.10.2015 WO15158859**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.04.2015 E 15715318 (0)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.08.2021 EP 3131670**

(54) Título: **Catalizador de reticulación con unidades estructurales de poliéter**

(30) Prioridad:

16.04.2014 EP 14164921

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
08.03.2022

(73) Titular/es:

SIKA TECHNOLOGY AG (100.0%)
Zugerstrasse 50
6340 Baar, CH

(72) Inventor/es:

BURCKHARDT, URS y
CANNAS, RITA

(74) Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

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

Catalizador de reticulación con unidades estructurales de poliéter

Campo técnico

La invención se refiere a catalizadores para composiciones que pueden curarse, en particular para composiciones que contienen grupos silano.

Estado de la técnica

Las composiciones que pueden curarse desempeñan un papel importante en muchas aplicaciones técnicas, por ejemplo como adhesivos, sellantes o revestimientos. Su curado se provoca mediante reacciones de reticulación, que se desarrollan a través de grupos reactivos libres o latentes tal como por ejemplo grupos isocianato, grupos epóxido, grupos hidroxilo, grupos amino o grupos silano, reaccionando éstos tras un proceso de mezclado, mediante calentamiento o mediante contacto con humedad con ellos mismos o entre sí y uniendo así los componentes de estructura contenidos en la composición de manera covalente para dar una red polimérica. Para la aceleración de tales reacciones de reticulación se usan con frecuencia catalizadores. Muy frecuentemente a este respecto se trata de sustancias toxicológicamente inquietantes, que representan un riesgo potencial para el procesador y el medioambiente, en particular tras el curado de la composición, cuando el catalizador o sus productos de degradación se liberan mediante desgasificación, migración o separación por lavado.

Las composiciones que pueden curarse a temperatura ambiente a base de polímeros que contienen grupos silano están confrontadas de manera pronunciada con este planteamiento de problema. Los polímeros que contienen grupos silano son a este respecto en particular poliorganosiloxanos, que se designan por lo general como "siliconas" o bien "cauchos de silicona", y polímeros orgánicos que contienen grupos silano, que se designan también como "polímeros con funcionalidad silano", "polímeros modificados con silano" (SMP) o "polímeros terminados con silano" (STP). Su reticulación discurre a través de la condensación de grupos silanol con formación de enlaces siloxano y se cataliza de manera clásica por medio de compuestos de organoestaño, tal como en particular carboxilatos de dialquilestaño(IV). Éstos se caracterizan por una actividad muy alta en relación a la condensación de silanol y son muy estables frente a la hidrólisis; sin embargo son perjudiciales para la salud y muy peligrosos para el agua. Con frecuencia se combinan éstos con otros catalizadores, principalmente con compuestos básicos tal como en particular aminas, que aceleran sobre todo la hidrólisis conectada previamente de los grupos silano.

Debido a una ponderación más fuerte de aspectos de EHS mediante asociaciones profesionales y consumidores así como regulación estatal más tajante se realizan cada vez más esfuerzos desde algún tiempo para sustituir los compuestos de organoestaño por otros catalizadores menos tóxicos. Así se han descrito por ejemplo organotitanatos, zirconatos y aluminatos como catalizadores de metal alternativos. Éstos tienen sin embargo en la mayoría de los casos una actividad catalítica más baja en relación a la condensación de silanol y producen una reticulación claramente más lenta. Debido a su falta de estabilidad frente a la hidrólisis, durante el almacenamiento de la composición mediante la humedad residual de las sustancias constitutivas pueden perder una gran parte de su actividad, de manera que se ralentiza mucho el curado o se queda totalmente paralizado.

Otra alternativa conocida a los compuestos de organoestaño la representan compuestos de nitrógeno fuertemente básicos de la clase de las amidinas y guanidinas, que pueden usarse en combinación con los catalizadores de metal mencionados o también solos. Muchos de los catalizadores de amidina y guanidina habituales, tal como en particular 1,8-diazabiciclo[5.4.0]undec-7-eno (DBU) y 1,1,3,3-tetrametilguanidina (TMG), sin embargo son sustancias volátiles y de olor intenso así como igualmente perjudiciales para la salud y peligrosas para el medio ambiente. Además tienden a migrar debido a la baja compatibilidad en la composición y originar debido a ello separación, exudación o ensuciamiento del sustrato. El uso descrito de amidinas y guanidinas aromáticas, sólidas a temperatura ambiente pone remedio en este caso, sin embargo requiere el uso de disolventes adecuados y conlleva pérdidas en la actividad catalítica y con ello en la velocidad de reticulación.

El documento WO 03/087204 A1 divulga por ejemplo el uso de la base de amidina 1,8-diazabiciclo[5.4.0]undec-7-eno (DBU) como catalizador para composiciones de dos componentes, que pueden espumarse, que contienen grupos silano. El documento DE10 2006 039638 A divulga el uso de bases fuertes tal como DBU o guanidinas para la modificación de ácidos silícicos producidos de manera pirolítica con organosilanos.

El documento US 2011/287268 A1, como otro ejemplo, divulga composiciones de silicona que contienen compuestos de guanidina como catalizador de policondesación.

Descripción de la invención

Por lo tanto, el objetivo de la presente invención es facilitar un catalizador para la reticulación de composiciones que pueden curarse, en particular composiciones que contienen grupos silano, que tenga una alta actividad catalítica para la reacción de reticulación y con ello permita un curado rápido de la composición aplicada, así como que

presente una alta selectividad para esta reacción de reticulación y por consiguiente no altere la estabilidad en almacenamiento de la composición más de lo debido. Además debe presentar el catalizador una baja presión de vapor y una alta compatibilidad con la composición, de modo que ni tienda a la separación o migración ni a la evaporación, a ser posible debe tener bajo olor y debe ser poco tóxico y debe ser líquido a temperatura ambiente, de modo que pueda usarse también sin disolventes.

Este objetivo se soluciona mediante un catalizador según la reivindicación 1. El catalizador según la reivindicación 1 contiene grupos amidina o guanidina alifáticos y muestra una alta actividad catalítica, mientras que las amidinas o guanidinas aromáticas apenas son o no son en absoluto catalíticamente activas. A diferencia de muchos catalizadores de amidina o guanidina alifáticos conocidos por el estado de la técnica, este es a temperatura ambiente de bajo olor, líquido y sorprendentemente de baja viscosidad. Muestra una actividad catalítica muy alta con buena selectividad, en particular en composiciones que contienen grupos silano. Esto es especialmente sorprendente, ya que se esperaría debido a su peso molecular relativamente alto una actividad reducida en comparación con amidinas o guanidinas pequeñas y por consiguiente más móviles.

Con estas propiedades, el catalizador según la reivindicación 1 es adecuado de manera excelente para su uso en composiciones que contienen grupos silano, donde este como único catalizador o en combinación con otros catalizadores permite un rápido curado para dar un material mecánicamente de alta calidad y estable, sin alterar la capacidad de almacenamiento de la composición no curada. Sorprendentemente, este, tanto antes como también tras el curado, es compatible de manera excelente con composiciones que pueden curarse y no tiende ni a la separación ni a la migración. Es especialmente sorprendente a este respecto que el catalizador, en el caso del uso como catalizador de reticulación en composiciones que pueden curarse, no migra a la superficie durante su curado, aunque no contenga grupos funcionales, tal como por ejemplo grupos silano, que permitirían una incorporación en el polímero curado. Este permite productos de baja emisión y de bajo olor, que ni presentan superficies grasientas o pegajosas ni originan ensuciamiento del sustrato, aunque el catalizador durante el curado no se una normalmente al polímero. Finalmente, el catalizador según la reivindicación 1 puede prepararse en un procedimiento sorprendentemente sencillo y rápido sin coadyuvantes a partir de materiales de partida habituales en el comercio, económicos.

Otros aspectos de la invención son objeto de otras reivindicaciones independientes. Formas de realización especialmente preferentes de la invención son objeto de las reivindicaciones dependientes.

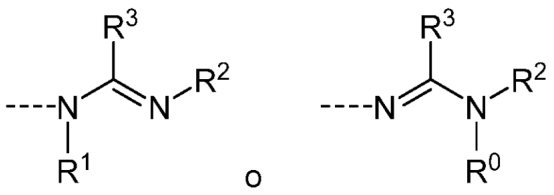
Modo para la realización de la invención

El objeto de la invención es un catalizador de fórmula (I),

$$A\text{-}[+Z]_n \qquad (I)$$

donde

n representa 1 o 2 o 3,
A representa un resto polioxialquileno de la poliadición de oxiranos, en particular óxido de etileno y/u óxido de 1,2-propileno y/u óxido de 1,2-butileno a moléculas iniciadoras con dos átomos de hidrógeno activos, en particular agua, glicoles tal como 1,2-etanodiol, 1,2- o 1,3-propanodiol, 2-metil-1,3-propanodiol, 1,2- o 1,3- o 1,4-butanodiol, 1,3- o 1,5-pentanodiol, 3-metil-1,5-pentanodiol, 1,2- o 2,5- o 1,6-hexanodiol, neopentilglicol, dietilenglicol, trietilenglicol, polietilenglicoles, dipropilenglicol, tripropilenglicol, polipropilenglicoles o poli(tetrametileneter)glicoles o un resto poli(oxitetrametileno) de la polimerización con apertura de anillo de tetrahidrofurano, que dado el caso presenta proporciones de otras unidades de oxialquileno tal como en particular unidades de 1,2-oxi-propileno o de oxibutileno; o representa un resto de un compuesto polioxialquilado de la poliadición de óxido de etileno y/u óxido de 1,2-propileno y/u óxido de 1,2-butileno a moléculas iniciadoras con de uno a tres átomos de hidrógeno activos seleccionadas de metanol, etanol, isopropanol, butanol, 2-etilhexanol, alcohol laurílico, alcohol estearílico, mezclas de alcoholes grasos de grasas naturales, fenol, alquilfenoles, dioles, difenoles y trioles, donde A presenta un peso molecular en el intervalo de 200 a 5000 g/mol, y dado el caso presenta uno o dos grupos amino primarios o secundarios terminales o grupos hidroxilo, y
Z representa un resto de fórmula



donde

R^1 y R^0 independientemente entre sí en cada caso representa hidrógeno o representa un resto alquilo o cicloalquilo o aralquilo con 1 a 8 átomos de C,
R^2 representa hidrógeno o representa un resto alquilo, cicloalquilo o aralquilo con 1 a 18 átomos de C, que dado el caso contiene heteroátomos y que dado el caso presenta grupos amino primarios o secundarios terminales,
R^3 representa $-NR^4R^5$ o representa hidrógeno o representa un resto alquilo, cicloalquilo o aralquilo con 1 a 12 átomos de C, R^4 y R^5 independientemente entre sí en cada caso representa hidrógeno o representa un resto alquilo, cicloalquilo o aralquilo con 1 a 18 átomos de C, que contiene dado el caso heteroátomos,
donde
R^1 y R^2 también juntos pueden representar un resto alquileno con 2 a 6 átomos de C,
R^2 y R^0 también juntos pueden representar un resto alquileno con 3 a 6 átomos de C, que dado el caso contiene heteroátomos,
R^2 y R^3 también juntos pueden representar un resto alquileno con 3 a 6 átomos de C,
R^4 y R^5 también juntos pueden representar un resto alquileno con 4 a 7 átomos de C, que dado el caso contiene heteroátomos, y
R^2 y R^5 también juntos pueden representar un resto alquileno con 2 a 12 átomos de C;
donde el catalizador de fórmula (I) no contiene ningún átomo de nitrógeno, que está unido directamente a un anillo aromático o es parte de un sistema de anillo heteroaromático, tal como por ejemplo imidazol o pirimidina.

En el presente documento designa el término "grupo silano" un grupo sililo, unido a un resto orgánico o a un resto poliorganosiloxano, con de uno a tres, en particular dos o tres, sustituyentes hidrolizables en el átomo de silicio. Los sustituyentes hidrolizables representan a este respecto en particular restos alcoxi, acetoxi, cetoximato, amido o enoxi con 1 a 13 átomos de carbono, preferentemente restos alcoxi o cetoximato, de manera especialmente preferente restos alcoxi; los últimos grupos silano se designan a continuación como "grupos alcoxisilano". Por el término "grupos silano" se entiende además grupos silanol, que se corresponden formalmente con grupos silano parcial o completamente hidrolizados y presentan uno o varios restos hidroxilo en el átomo de silicio.
Como "hidroxisilano", "isocianatosilano", "aminosilano" o bien "mercaptosilano" se designan organoalcoxisilanos, que presentan en el resto orgánico adicionalmente al grupo silano uno o varios grupos hidroxilo, isocianato, amino o bien mercapto.
Los nombres de sustancias que comienzan con "poli" tal como poliol o poliisocianato designan sustancias que contienen por molécula formalmente dos o más de los grupos funcionales que aparecen en su nombre.
El término "polímero orgánico" comprende un colectivo de macromoléculas químicamente unitarias, que se diferencia sin embargo en relación al grado de polimerización, masa molar y longitud de cadena, que se ha preparado mediante una polirreacción (polimerización, poliadición, policondensación) y presenta en la estructura principal de polímero mayoritariamente átomos de carbono, así como productos de reacción de un colectivo de este tipo de macromoléculas. Los polímeros con una estructura principal de polidiorganosiloxano (designados generalmente como "siliconas") no representan polímeros orgánicos en el sentido del presente documento.
El término "poliéter que contiene grupos silano" comprende también polímeros orgánicos que contienen grupos silano, que adicionalmente a las unidades de poliéter pueden contener también grupos uretano, grupos urea o grupos tiouretano. Tales poliéteres que contienen grupos silano de este tipo pueden designarse también como "poliuretanos que contienen grupos silano".
Por "peso molecular" se entiende en el presente documento la masa molar (en gramo por mol) de una molécula o de una parte de una molécula, designada también como "resto". Como "peso molecular promedio" se designa el promedio en número M_n de una mezcla oligomérica o polimérica de moléculas o restos, que se determina habitualmente por medio de cromatografía de permeación en gel (CPG) frente a poliestireno como patrón.
Como "estable en almacenamiento" o "que puede almacenarse" se designa una sustancia o una composición cuando ésta puede guardarse a temperatura ambiente en un recipiente adecuado durante un tiempo más largo, normalmente al menos 3 meses hasta 6 meses y más, sin que se modifiquen sus propiedades de aplicación o de uso, en particular la viscosidad y la velocidad de reticulación, mediante el almacenamiento en una dimensión relevante para su uso.
Una línea discontinua en las fórmulas en este documento representa en cada caso la unión entre un sustituyente y el correspondiente resto de la molécula. Como "temperatura ambiente" se designa una temperatura de aprox. 23 °C.

El catalizador de fórmula (I) puede encontrarse también en forma tautomérica. Todas las formas tautoméricas posibles del catalizador de fórmula (I) se consideran equivalentes en el marco de la presente invención.
Además, el catalizador de fórmula (I) puede encontrarse en forma protonada. Igualmente puede encontrarse el catalizador de fórmula (I) en forma complejada, en particular con cationes de cinc, hierro o molibdeno.

En el catalizador de fórmula (I) presenta A un peso molecular promedio en el intervalo de 200 a 5.000 g/mol, de manera especialmente preferente de 200 a 2.000 g/mol. Estos catalizadores de fórmula (I) son especialmente muy accesibles y de baja viscosidad.

Un resto polioxialquileno adecuado como A es un resto polioxialquileno de la poliadición de oxiranos, en particular óxido de etileno y/u óxido de 1,2-propileno y/u óxido de 1,2-butileno a moléculas iniciadoras con dos átomos de hidrógeno activos, en particular agua, glicoles tal como 1,2-etanodiol, 1,2- o 1,3-propanodiol, 2-metil-1,3-propanodiol,

1,2- o 1,3- o 1,4-butanodiol, 1,3- o 1,5-pentanodiol, 3-metil-1,5-pentanodiol, 1,2- o 2,5- o 1,6-hexanodiol, neopentilglicol, dietilenglicol, trietilenglicol, polietilenglicoles, dipropilenglicol, tripropilenglicol, polipropilenglicoles o poli(tetrametileneter)glicoles.

Otro resto polioxialquileno adecuado como A es un resto poli(oxitetrametileno) de la polimerización con apertura de anillo de tetrahidrofurano, que dado el caso presenta proporciones de otras unidades de oxialquileno tal como en particular unidades de 1,2-oxipropileno u oxibutileno.

Un resto adecuado como A de un compuesto polioxialquilado es un resto de la poliadición de óxido de etileno y/u óxido de 1,2-propileno y/u óxido de 1,2-butileno a moléculas iniciadoras con de uno a tres átomos de hidrógeno activos, en particular a alcoholes tal como metanol, etanol, isopropanol, butanol, 2-etilhexanol, alcohol laurílico, alcohol estearílico o mezclas de alcoholes grasos de grasas naturales tal como alcoholes grasos C_{12-14}, fenol o alquilfenoles tal como cresol, *terc*-butil-fenol, nonilfenol o dodecilfenol, a dioles tal como 1,4-dimetilolciclohexano o 3(4),8(9)-bis(hidroximetil)triciclo-[5.2.1.$0^{2,6}$]decano, a difenoles tal como bisfenol F o bisfenol A o a trioles tal como glicerol o 1,1,1-trimetilolpropano.

De manera especialmente preferente, A representa un resto polioxipropileno, dado el caso con proporciones de otras unidades de oxialquileno tal como en particular unidades de oxietileno o de 1,2-oxibutileno, o representa un resto poli(oxitetrametileno), dado el caso con proporciones de unidades de 1,2-oxipropileno, o representa un resto de mono- a trivalente de un compuesto polioxialquilado de la poliadición de óxido de 1,2-propileno a moléculas iniciadoras seleccionado del grupo que está constituido por alcoholes, alcoholes grasos, alquilfenoles, dioles y trioles. Estos catalizadores de fórmula (I) son especialmente muy accesibles y son especialmente muy compatibles con composiciones que pueden curarse.

Lo más preferentemente, A representa un resto polioxipropileno con un peso molecular promedio en el intervalo de 200 a 2.000 g/mol.

Preferentemente, A está en su mayor parte libre de grupos amino primarios o secundarios y/o de grupos hidroxilo. n representa preferentemente 1 o 2, en particular representa 2.

R^1 y R^0 preferentemente representan independientemente entre sí en cada caso hidrógeno o representan un resto alquilo con 1 a 4 átomos de C, en particular representan hidrógeno. R^2 preferentemente representa hidrógeno o representa un resto alquilo, cicloalquilo o aralquilo con 1 a 12 átomos de C, en particular 1 a 8 átomos de C, que contiene dado el caso heteroátomos.

R^3 preferentemente representa $-NR^4R^5$ o representa hidrógeno o representa un resto alquilo, cicloalquilo o aralquilo con 1 a 8 átomos de C.

De manera especialmente preferente, R^3 representa $-NR^4R^5$.

R^4 y R^5 de manera preferente independientemente entre sí en cada caso representan hidrógeno o representan un resto alquilo, cicloalquilo o aralquilo con 1 a 12 átomos de C, que dado el caso contiene un átomos de oxígeno o un átomo de nitrógeno. Además preferentemente representan R^4 y R^5 juntos un resto alquileno con 4 a 7 átomos de C, que dado el caso contiene un átomos de oxígeno o un átomo de nitrógeno.

Además preferentemente representan R^1 y R^2 juntos un resto alquileno con 2 a 4 átomos de C, en particular 2 o 3 átomos de C.

Además preferentemente representan R^2 y R^0 juntos un resto alquileno con 4 a 6 átomos de C, que contiene dado el caso heteroátomos.

Además preferentemente representan R^2 y R^3 juntos un resto alquileno con 3 a 5 átomos de C.

Además preferentemente representan R^2 y R^5 juntos un resto alquileno con 2 a 4 átomos de C.

De manera especialmente preferente, R^4 representa hidrógeno.

Las formas de realización preferentes del catalizador de fórmula (I) pueden prepararse a partir de materias primas habituales en el comercio, económicas y tienen propiedades especialmente buenas con respecto a la actividad catalítica y compatibilidad en composiciones que pueden curarse, en particular composiciones que contienen grupos silano.

En una forma de realización de la invención, en el catalizador de fórmula (I), R^3 representa hidrógeno o representa un resto alquilo, cicloalquilo o aralquilo con 1 a 12, preferentemente de 1 a 8, en particular de 1 a 4, átomos de C, o R^2 y R^3 representan juntos un resto alquileno con 3 a 6, en particular de 3 a 5, átomos de C. Estos catalizadores de fórmula (I) presentan grupos amidina.

Preferentemente, R^3 representa hidrógeno o representa metilo, en particular representa metilo. Preferentemente, R^1 representa hidrógeno o junto con R^2 representa 1,2-etileno o 1,3-propileno.

Preferentemente, R^2 representa hexilo, ciclohexilo, bencilo, 2-etilhexilo, octilo, decilo, dodecilo o 2-metoxietilo, o junto con R^1 representa 1,2-etileno o 1,3-propileno.

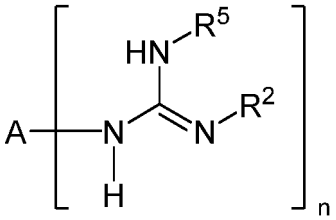
Las formas de realización preferentes de los catalizadores que presentan grupos amidina de fórmula (I) se caracterizan por una buena actividad catalítica y una excelente compatibilidad en composiciones que pueden curarse. Con respecto a los catalizadores de fórmula (I) que presentan grupos guanidina, estos presentan la ventaja de que estos no tienen una actividad catalítica lo bastante alta y por consiguiente pueden usarse en cantidad algo más alta, de manera que son menos propensos a alteraciones por otras partes constituyentes de la composición, en

particular las impurezas contenidas en ésta.

En una forma de realización preferente de la invención, en el catalizador de fórmula (I), R^3 representa $-NR^4R^5$.
Estos catalizadores de fórmula (I) presentan grupos guanidina. Se caracterizan por una baja viscosidad, una actividad catalítica aún más alta en comparación con los catalizadores que presentan grupos amidina y una excelente compatibilidad en composiciones que pueden curarse.

En un catalizador de fórmula (I) que presenta grupos guanidina
R^4 preferentemente representa hidrógeno,
R^2 y R^5 de manera preferente independientemente entre sí en cada caso representan un resto alquilo, cicloalquilo o aralquilo con 1 a 18 átomos de C, que contiene dado el caso heteroátomos, y
R^1 preferentemente representa hidrógeno.

Las formas de realización preferentes de los catalizadores de fórmula (I) que presentan grupos guanidina presentan la fórmula (Ia).



(I a)

Los catalizadores de fórmula (Ia) pueden prepararse especialmente bien y presentan una actividad catalítica especialmente alta.
R^2 y R^5 de manera especialmente preferente independientemente entre sí en cada caso representan etilo, isopropilo, *terc*-butilo, 3-(dimetilamino)propilo o ciclohexilo, en particular en cada caso representan isopropilo o ciclohexilo, lo más preferentemente en cada caso representan ciclohexilo.
Estos catalizadores son especialmente muy accesibles.

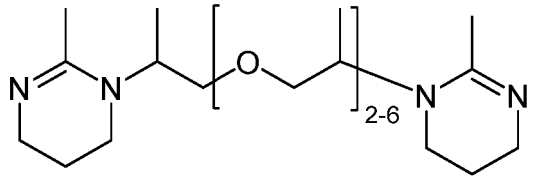
Los catalizadores de fórmula (I) que presentan grupos guanidina especialmente preferentes se seleccionan del grupo que está constituido por 1,1'-(α,ω-polioxipropilen)bis(2,3-diisopropilguanidina) con un peso molecular en el intervalo de aproximadamente 470 a 2.300 g/mol y 1,1'-(α,ω-polioxipropilen)bis(2,3-diciclohexilguanidina) con un peso molecular en el intervalo de aproximadamente 630 a 2.500 g/mol.

El catalizador de fórmula (I) se obtiene en particular mediante la reacción de al menos una polieteramina con al menos un reactivo para la introducción de un grupo amidina o guanidina seleccionado del grupo que está constituido por ortoésteres, 1,3-cetoésteres, 1,3-cetoamidas, nitrilos, ésteres de imidoácido, cloruros de imidoácido, amidas, lactamas, cianamida, carbodiimidas, ureas, O-alquilisoureas, tioureas, S-alquilisotioureas, ácidos aminoiminometanosulfónicos, guanilpirazoles y guanidinas.

Para la introducción de grupos amidina son adecuados ortoésteres, 1,3-cetoésteres, 1,3-cetoamidas, nitrilos, ésteres de imidoácido, cloruros de imidoácido, amidas y lactamas, en particular ortoésteres, 1,3-cetoésteres y nitrilos.
En un procedimiento preferente para la preparación de un catalizador de fórmula (I), en el que R^3 representa hidrógeno o representa un resto alquilo, cicloalquilo o aralquilo con 1 a 12 átomos de C, se hace reaccionar al menos una polieteramina con al menos un ortoéster o al menos un 1,3-cetoéster o al menos un nitrilo. A este respecto se produce un catalizador de fórmula (I) que presenta grupos amidina.
Ortoésteres preferentes son ortoformiatos, ortoacetatos, ortopropionatos, ortobutiratos y ortovaleratos, en particular ortoformiato de trimetilo, ortoformiato de trietilo, ortoacetato de trimetilo y ortoacetato de trietilo.
1,3-Cetoésteres preferentes son acetoacetato de metilo, acetoacetato de etilo, acetoacetato de isopropilo o acetoacetato de *terc*-butilo, en particular acetoacetato de etilo. Nitrilos preferentes son acetonitrilo, propionitrilo, butironitrilo, isobutironitrilo, valeronitrilo y capronitrilo, en particular acetonitrilo.

Preferentemente se obtiene un catalizador de fórmula (I) que presenta grupos amidina mediante la reacción de al menos una polieteramina con al menos un ortoéster de fórmula R^3-$C(OR^a)_3$ y dado el caso al menos una monoamina de fórmula R^2-NH-R^0, en particular R^2-NH_2, con liberación de alcohol R^aOH, donde R^a en particular representa un resto alquilo con 1 a 4 átomos de C. Esta reacción se realiza preferentemente a temperatura elevada, en particular a de 40 a 160 °C y de manera especialmente preferente a de 60 a 140 °C, y presión elevada en presencia de un catalizador.
Además preferentemente se obtiene un catalizador de fórmula (I) que presenta grupos amidina mediante la reacción de al menos una polieteramina con al menos un 1,3-cetoéster de fórmula R^3-$C(O)CH_2C(O)OR^a$. Esta reacción se realiza preferentemente a una temperatura de 20 a 100 °C, en particular de 40 a 80 °C, separándose preferentemente de manera destilativa el éster liberado $CH_3C(O)OR^a$. Preferentemente se usa a este respecto un catalizador, en particular un ácido, preferentemente un ácido sulfónico.

Monoaminas preferentes para ello son n-hexilamina, ciclohexilamina, bencilamina, 2-etilhexilamina, n-octilamina, n-decilamina, laurilamina y 2-metoxietilamina.
La reacción puede realizarse en una etapa o en múltiples etapas.
El producto de reacción de este procedimiento se usa preferentemente sin procesamiento y/o purificación en la composición, con excepción de la separación destilativa de compuestos volátiles, dado el caso a vacío.
Con el uso de polieterdi- o -triaminas se producen normalmente mezclas, que además del catalizador deseado de fórmula (I) contienen productos secundarios oligoméricos con varios grupos amidina.
La reacción se realiza entonces preferentemente de modo que por 1 mol de ortoéster o 1,3-cetoéster se usan al menos 2 mol de polieterdiamina o bien 3 mol de polietertriamina, para mantener baja la formación de productos secundarios. Los catalizadores de fórmula (I) obtenidos a este respecto presentan grupos amino primarios o secundarios.
Si se usan además de las polieterdi- o -triaminas adicionalmente monoaminas, se obtienen igualmente pocos productos secundarios oligoméricos. La reacción se realiza en este caso preferentemente de modo que por 1 mol de polieterdiamina se usan al menos 2 mol - o bien por 1 mol de polietertriamina se usan al menos 3 mol - de monoamina de fórmula y al menos 1 mol de ortoéster o 1,3-cetoéster. Los catalizadores de fórmula (I) obtenidos a este respecto están libres de grupos amino primarios o secundarios.
Con el uso de polieteraminas aminopropiladas se realiza la reacción preferentemente de modo que por cada grupo aminopropilamino se usa aproximadamente 1 mol de ortoéster o 1,3-cetoéster. A este respecto se obtiene un catalizador de fórmula (I) con al menos un grupo amidina, en el que R^1 y R^2 juntos representan 1,3-propileno. En la siguiente fórmula está representado a modo de ejemplo un producto de reacción de ortoacetato y una polioxipropilendiamina doblemente aminopropilada en la relación molar 2/1:



Para el caso de que el catalizador de fórmula (I) presente grupos amidina cíclicos, es preferente un anillo de seis miembros debido a la alta actividad catalítica.

Para la introducción de grupos guanidina son adecuadas cianamidas, carbodiimidas, ureas, O-alquilisoureas, tioureas, S-alquilisotioureas, ácidos aminoiminometanosulfónicos, guanilpirazoles y guanidinas. Se prefieren cianamidas y carbodiimidas.
Se prefieren especialmente carbodiimidas. De este modo pueden obtenerse catalizadores de fórmula (I) especialmente activos de manera especialmente sencilla.

En otro procedimiento preferente para la preparación de un catalizador de fórmula (I), en el que R^3 representa $-NR^4R^5$, se hace reaccionar al menos una polieteramina de fórmula $A-(NHR^1)_n$ con al menos una carbodiimida de fórmula $R^5-N=C=N-R^2$. A este respecto se produce en particular un catalizador de fórmula (Ia) que presenta grupos guanidina. R^1, R^2, R^3, R^4, R^5 y n presentan los significados ya descritos.

Como carbodiimida son adecuadas normalmente carbodiimidas alifáticas, cicloalifáticas o arilalifáticas, en particular carbodiimidas sencillas, que pueden obtenerse en el comercio alifáticas y cicloalifáticas, preferentemente N,N'-diisopropilcarbodiimida (DIC), N,N'-di-*terc*-butilcarbodiimida, N,N'-diciclohexilcarbodiimida (DCC) o N-etil-N'-(3-dimetilaminopropil)carbodiimida (EDC), de manera especialmente preferente N,N'-diisopropilcarbodiimida (DIC) o N,N'-diciclohexilcarbodiimida (DCC), en particular DCC.

La reacción de la polieteramina con la carbodiimida se realiza preferentemente a temperatura elevada, en particular a de 40 a 160 °C y de manera especialmente preferente a de 60 a 140 °C. La reacción puede realizarse completamente sin el uso de disolventes de VOC. Para la aceleración de la reacción puede usarse un catalizador, en particular un ácido tal como por ejemplo un ácido carboxílico o ácido carbónico, o un ácido de Lewis tal como por ejemplo eterato de trifluoruro de boro, cloruro de aluminio, acetilacetonato de aluminio, cloruro de hierro(III), perclorato de litio, cloruro de cinc, acetato de cinc, neodecanoato de cinc, acetilacetonato de cinc, triflato de cinc o triflato de lantano.
La reacción puede realizarse en una etapa o en múltiples etapas.
Durante la reacción se usa preferentemente tanta carbodiimida que por equivalente de grupo guanidina, que debe formarse, está presente como máximo un mol de carbodiimida.
En particular se usa la carbodiimida de manera estequiométrica con respecto a los grupos amino de la polieteramina. De esta manera, el catalizador de fórmula (I) obtenido está en gran parte libre de grupos amino primarios o secundarios.
El producto de reacción de este procedimiento se usa preferentemente sin procesamiento y/o purificación, con excepción de la separación destilativa de compuestos volátiles, dado el caso a vacío.

Como polieteramina para la preparación de un catalizador de fórmula (I) son adecuados polioxialquilenos o compuestos polioxialquilados con grupos amino terminales, tal como pueden obtenerse comercialmente por ejemplo con el nombre comercial Jeffamine® (de Huntsman), polieteraminas (de BASF) o PC Amine® (de Nitroil), en particular aquellas con un peso molecular promedio en el intervalo de aproximadamente 200 a 5.000 g/mol, en particular los siguientes:

- polieterdiaminas con grupos terminales 2-aminopropilo o 2-aminobutilo, en particular Jeffamine® D-230, Jeffamine® D-400, Jeffamine® D-2000, Jeffamine® D-4000, Jeffamine® XTJ-582, Jeffamine® XTJ-578, Jeffamine® HK-511, Jeffamine® ED-600, Jeffamine® ED-900, Jeffamine® ED-2003, Jeffamine® XTJ-568, Jeffamine® XTJ-569, Jeffamine® THF-100, Jeffamine® THF-140, Jeffamine® THF-230, Jeffamine® XTJ-533 o Jeffamine® XTJ-536 (todas de Huntsman).
- Polieterdiaminas con grupos terminales 4-aminobutilo de la aminación de poli(tetrametileneter)glicoles, en particular Jeffamine® THF-170 (de Huntsman).
- Polietermonoaminas, en particular tipos iniciados con alcohol tal como Jeffamine® M-600, Jeffamine® M-1000, Jeffamine® M-2005, Jeffamine® M-2070, Jeffamine® XTJ-581, Jeffamine® XTJ-249, Jeffamine® XTJ-435 o tipos iniciados con alquilfenol tal como Jeffamine® XTJ-436 (todas de Huntsman).
- Polieterdiaminas de la polialcoxilación de dioles, en particular 1,4-dimetilolciclohexano propoxilado tal como Jeffamine® RFD-270 (de Huntsman).
- Polietertriaminas, en particular Jeffamine® T-403, Jeffamine® T-3000, Jeffamine® T-5000 o Jeffamine® XTJ-566 (todas de Huntsman).
- Polieteraminas con grupos amino secundarios, en particular Jeffamine® SD-231, Jeffamine® SD-401, Jeffamine® SD-2001 o Jeffamine® ST-404 (todas de Huntsman).
- Polieteraminas aminopropiladas, tal como pueden obtenerse mediante reacción de polieteraminas con acrilonitrilo y posterior hidrogenación.

De esto se prefieren polieteraminas con grupos amino primarios.

De esto se prefieren además polieteraminas con un peso molecular promedio en el intervalo de aproximadamente 220 a 2.000 g/mol.

Una polieteramina preferente es una polioxipropilendiamina, que dado el caso presenta proporciones de otras unidades de oxialquileno tal como en particular unidades de oxietileno o de 1,2-oxibutileno, o una poli(tetrametileneter)diamina, que dado el caso presenta unidades de 1,2-oxipropileno, o una polietermonoamina o -diamina o -triamina con predominantemente unidades de 1,2-oxipropileno de la poliadición de óxido de 1,2-propileno a moléculas iniciadoras seleccionadas del grupo que está constituido por alcoholes, alcoholes grasos, alquilfenoles, dioles y trioles.
De manera especialmente preferente, la polieteramina es una polioxipropilendiamina con un peso molecular promedio en el intervalo de aproximadamente 220 a 2.000 g/mol. Lo más preferentemente, la polieteramina es una polioxipropilendiamina con un peso molecular promedio en el intervalo de aproximadamente 400 a 500 g/mol, en particular Jeffamine® D-400 o Jeffamine® XTJ-582 (ambas de Huntsman) o PC-Amine® DA 400 (de Nitroil) o Polyetheramine D 400 (de BASF).

En una forma de realización preferente de un procedimiento para la preparación de un catalizador de fórmula (I) se prepara este en presencia de un polímero que contiene grupos silano. Para ello se disuelven o se suspenden la polieteramina y el reactivo para la introducción de un grupo amidina o guanidina en el polímero que contiene grupos silano y se hacen reaccionar a temperatura elevada, en particular a una temperatura en el intervalo de 40 a 120 °C. Esta preparación del catalizador de fórmula (I) es especialmente ventajosa, dado que el catalizador se produce solo con un cierto retraso temporal, lo que en la práctica puede representar una ventaja.
Este tipo de preparación es especialmente ventajoso para la reacción de polieteraminas con carbodiimidas.

El catalizador de fórmula (I) puede usarse en particular para la aceleración de la reticulación de composiciones que pueden curarse. Ejemplos de composiciones que pueden curarse adecuadas son composiciones de resina epoxídica, en particular sistemas que curan con calor, que reticulan a través de diciandiamida o ácidos carboxílicos o anhídridos carboxílicos, tal como se usan por ejemplo en adhesivos, revestimientos y resinas de moldeo; composiciones de poliuretano, en particular sistemas de dos componentes, que reticulan mediante reacción de polioles con isocianatos, tal como se usan por ejemplo para adhesivos, recubrimientos, masas de relleno, juntas selladoras, cuerpos moldeados o espumas de bloque, así como sistemas de un solo componente con grupos isocianato bloqueados o grupos amino bloqueados, tal como se usan por ejemplo en lacas en polvo, revestimientos de rollos, lacas de electroinmersión y lacas líquidas; sistemas híbridos de resina epoxídica-poliuretano; composiciones de resina de éster de cianato; así como composiciones que contienen grupos silano. Es especialmente ventajoso el uso en composiciones que contienen grupos silano, donde estas curan rápidamente también con concentración de catalizador relativamente baja y no tienden a fallos causados por migración tal como separación, exudación o ensuciamiento de sustrato.

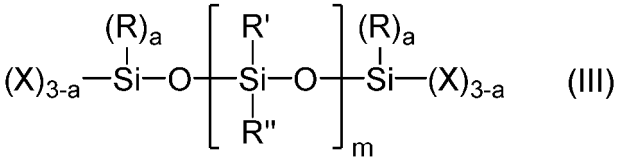
De manera correspondiente se refiere la invención también al uso de un catalizador de fórmula (I) en una composición que puede curarse, en particular de una composición que contiene grupos silano, como catalizador de

reticulación. La composición que puede curarse representa a este respecto en particular un adhesivo, un sellante o un revestimiento.

Otro objeto de la invención es una composición que puede curarse que contiene al menos un catalizador de fórmula (I) tal como se ha descrito anteriormente.
Una composición de este tipo contiene en particular al menos una resina epoxídica o al menos un poliisocianato o al menos un isocianato bloqueado o al menos una resina de cianoéster o al menos un polímero que contiene grupos silano.

Preferentemente, la composición que puede curarse contiene al menos un polímero que contiene grupos silano.

El polímero que contiene grupos silano es en una forma de realización un poliorganosiloxano con grupos silano terminales, que presenta preferentemente la fórmula (III),



(III)

donde

R, R' y R" independientemente entre sí en cada caso representan un resto de hidrocarburo monovalente con 1 a 12 átomos de C;
X representa un resto hidroxilo o representa un resto alcoxi, acetoxi, cetoximato, amido o enoxi con 1 a 13 átomos de C;
a representa 0, 1 o 2; y
m representa un número entero en el intervalo de 50 a aproximadamente 2.500.

R representa preferentemente metilo, vinilo o fenilo.
R' y R" preferentemente representan independientemente entre sí en cada caso un resto alquilo con 1 a 5, preferentemente de 1 a 3 átomos de C, en particular representa metilo.
X preferentemente representa un resto hidroxilo o representa un resto alcoxi o cetoximato con 1 a 6 átomos de C, en particular representa un resto hidroxilo, metoxi, etoxi, metiletilcetoximato o metilisobutilcetoximato. De manera especialmente preferente X representa un resto hidroxilo.
a preferentemente representa 0 o 1, en particular representa 0.
Además se selecciona m preferentemente de modo que el poliorganosiloxano de fórmula (III) presenta a temperatura ambiente una viscosidad en el intervalo de 100 a 500.000 mPa·s, en particular de 1000 a 100.000 mPa·s.

Tales poliorganosiloxanos pueden manipularse bien y reticulan con humedad y/o agentes reticuladores de silano para dar polímeros de silicona sólidos con propiedades elásticas.

Los poliorganosiloxanos adecuados que pueden obtenerse comercialmente pueden obtenerse, por ejemplo, de Wacker, Momentive Performance Material, GE Advanced Materials, Dow Corning, Bayer o Shin Etsu.

Preferentemente, la composición que puede curarse contiene de manera adicional al poliorganosiloxano con grupos silano terminales un agente reticulador de silano, en particular un silano de fórmula (IV),

$$(R'''')_q\text{-Si-}(X')_{4-q} \qquad \text{(IV)}$$

donde

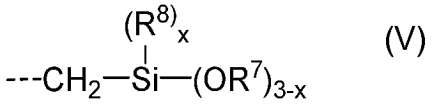
R"' representa un resto de hidrocarburo monovalente con 1 a 12 átomos de C, X' representa un resto hidroxilo o representa un resto alcoxi, acetoxi, cetoximato, amido o enoxi con 1 a 13 átomos de C; y
q representa un valor de 0, 1 o 2, en particular representa 0 o 1.

Los silanos de fórmula (IV) especialmente adecuados son metiltrimetoxisilano, etiltrimetoxisilano, propitrimetoxisilano, viniltrimetoxisilano, metiltrietoxisilano, viniltrietoxisilano, feniltrietoxisilano, tetrametoxisilano, tetraetoxisilano, metiltris(metiletilcetoximo)-silano, viniltris(metiletilcetoximo)silano y metiltris(isobutilcetoximo)-silano.

El polímero que contiene grupos silano es en una forma de realización preferente de la invención un polímero orgánico que contiene grupos silano, en particular una poliolefina, poliéster, poliamida, poli(met)acrilato o poliéter o una forma mixta de estos polímeros, que en cada caso lleva uno o preferentemente varios grupos silano. Los grupos silano pueden encontrarse lateralmente en la cadena o de manera terminal y están unidos a través de un átomo de C al polímero orgánico.

De manera especialmente preferente, el polímero orgánico que contiene grupos silano es una poliolefina que contiene grupos silano o un poliéster que contiene grupos silano o un poli(met)acrilato que contiene grupos silano o un poliéter que contiene grupos silano o una forma mixta de estos polímeros. Lo más preferentemente es un poliéter que contiene grupos silano.

Como grupos silano en el polímero orgánico se prefieren grupos alcoxisilano, en particular grupos terminales de fórmula (V),



(V)

donde

donde R^7 representa un resto de hidrocarburo monovalente, lineal o ramificado con 1 a 5 átomos de C, en particular representa metilo o representa etilo o representa isopropilo;
donde R^8 representa un resto de hidrocarburo monovalente, lineal o ramificado con 1 a 8 átomos de C, en particular representa metilo o representa etilo; y
x representa un valor de 0 o 1 o 2, preferentemente representa 0 o 1, en particular representa 0.

De manera especialmente preferente, R^7 representa metilo o representa etilo.
Para determinadas aplicaciones, el resto R^7 representa preferentemente un grupo etilo, dado que en este caso durante el endurecimiento de la composición se libera etanol inocuo desde el punto de vista ecológico y toxicológico.
Se prefieren especialmente grupos trimetoxisilano, grupos dimetoximetilsilano o grupos trietoxisilano.
A este respecto, los grupos metoxisilano presentan la ventaja de que son especialmente reactivos, y los grupos etoxisilano presentan la ventaja de que son ventajosos desde el punto de vista toxicológico y son especialmente estables en almacenamiento.

El polímero orgánico que contiene grupos silano presenta en promedio preferentemente de 1,3 a 4, en particular de 1,5 a 3, de manera especialmente preferente de 1,7 a 2,8 grupos silano por molécula. Los grupos silano son preferentemente terminales.
El polímero orgánico que contiene grupos silano presenta preferentemente un peso molecular promedio, determinado por medio de CPG frente a patrón de poliestireno, en el intervalo de 1000 a 30.000 g/mol, en particular de 2000 a 20.000 g/mol. El polímero orgánico que contiene grupos silano presenta preferentemente un peso equivalente de silano de 300 a 25.000 g/eq, en particular de 500 a 15.000 g/eq.

El polímero orgánico que contiene grupos silano puede encontrarse sólido o líquido a temperatura ambiente. Preferentemente, éste es líquido a temperatura ambiente.

En la mayoría de los casos preferentemente se trata en el caso del polímero orgánico que contiene grupos silano de un poliéter que contiene grupos silano líquido a temperatura ambiente, donde los grupos silano son en particular grupos dialcoxisilano y/o grupos trialcoxisilano, de manera especialmente preferente grupos trimetoxisilano o grupos trietoxisilano.

El experto conoce procedimientos para la preparación de poliéteres que contienen grupos silano.
En un procedimiento, los poliéteres que contienen grupos silano pueden obtenerse a partir de la reacción de poliéteres que contienen grupos alilo con hidrosilanos, dado el caso con alargamiento de la cadena con, por ejemplo, diisocianatos.
En otro procedimiento, los poliéteres que contienen grupos silano pueden obtenerse a partir de la copolimerización de óxidos de alquileno y epoxisilanos, dado el caso con alargamiento de la cadena con, por ejemplo, diisocianatos.
En otro procedimiento, los poliéteres que contienen grupos silano pueden obtenerse a partir de la reacción de polieterpolioles con isocianatosilanos, dado el caso con alargamiento de la cadena con diisocianatos.
En otro procedimiento, los poliéteres que contienen grupos silano pueden obtenerse a partir de la reacción de poliéteres que contienen grupos isocianato, en particular poliéteres de uretano con NCO terminal a partir de la reacción de polieterpolioles con una cantidad sobreestequiométrica de poliisocianatos, con aminosilanos, hidroxisilanos o mercaptosilanos. Los poliéteres que contienen grupos silano de este procedimiento se prefieren especialmente. Este procedimiento permite el uso de una pluralidad de materiales de partida económicos, comercialmente muy disponibles, con lo que pueden obtenerse distintas propiedades de polímero, por ejemplo una alta extensibilidad, una alta resistencia, un bajo módulo de elasticidad, un bajo punto de transición vítrea o una alta resistencia a la intemperie.

De manera especialmente preferente, el poliéter que contiene grupos silano puede obtenerse a partir de la reacción de poliéteres de uretano con NCO terminal con aminosilanos o hidroxisilanos. Los poliéteres de uretano con NCO terminal adecuados pueden obtenerse a partir de la reacción de polieterpolioles, en particular polioxialquilendioles o

polioxialquilentrioles, preferentemente polioxipropilendioles o polioxipropilentrioles, con una cantidad sobreestequiométrica de poliisocianatos, en particular diisocianatos.
Preferentemente se realiza la reacción entre el poliisocianato y el polieterpoliol con exclusión de la humedad a una temperatura de 50 °C a 160 °C, dado el caso en presencia de catalizadores adecuados, dosificándose el poliisocianato de modo que sus grupos isocianato estén presentes en exceso estequiométrico en la relación con respecto a los grupos hidroxilo del poliol. En particular se selecciona el exceso de poliisocianato de modo que en el uretano-poliéter resultante quede tras la reacción de todos los grupos hidroxilo un contenido en grupos isocianato libres del 0,1 al 5 % en peso, preferentemente del 0,2 al 4 % en peso, de manera especialmente preferente del 0,3 al 3 % en peso, con respecto a todo el polímero.
Los diisocianatos preferentes se seleccionan del grupo que está constituido por 1,6-hexametilendiisocianato (HDI), 1-isocianato-3,3,5-trimetil-5-isocianatometil-ciclohexano (=isoforondiisocianato o IPDI), 2,4- y 2,6-toluilendiisocianato y mezclas discrecionales de estos isómeros (TDI) y 4,4'-, 2,4'- y 2,2'-difenilmetanodiisocianato y mezclas discrecionales de estos isómeros (MDI). Se prefieren especialmente IPDI o TDI. En la mayoría de los casos se prefiere IPDI. Con ello se obtienen poliéteres que contienen grupos silano con resistencia a la luz especialmente buena.

Especialmente adecuados como polieterpolioles son polioxialquilendioles o polioxialquilentrioles con un grado de insaturación inferior a 0,02 meq/g, en particular inferior a 0,01 meq/g, y un peso molecular promedio en el intervalo de 400 a 25.000 g/mol, en particular de 1000 a 20.000 g/mol.
Además de los polieterpolioles pueden usarse proporcionalmente también otros polioles, en particular poliacrilatopolioles, así como dioles o trioles de bajo peso molecular.

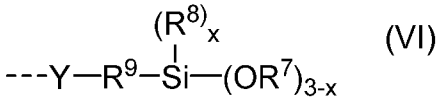
Los aminosilanos adecuados para la reacción con un uretano-poliéter con NCO terminal son aminosilanos primarios y secundarios. Se prefieren 3-aminopropiltrimetoxisilano, 3-aminopropildimetoximetilsilano, 4-amino-butil-trimetoxisilano, 4-amino-3-metilbutil-trimetoxisilano, 4-amino-3,3-dimetilbutil-trimetoxisilano, N-butil-3-aminopropiltrimetoxisilano, N-fenil-3-aminopropiltrimetoxisilano, aductos de aminosilanos primarios tal como 3-aminopropiltrimetoxisilano, 3-aminopropildimetoximetilsilano o N-(2-aminoetil)-3-aminopropiltrimetoxisilano y aceptores de Michael tal como acrilonitrilo, ésteres de ácido (met)acrílico, amidas de ácido (met)acrílico, diésteres de ácido maleico o ácido fumárico, diésteres de ácido citracónico o diésteres de ácido itacónico, en particular N-(3-trimetoxisililpropil)aminosuccinato de dimetilo o de dietilo. Igualmente son adecuados análogos de los aminosilanos mencionados con grupos etoxi- o isopropoxi en lugar de los grupos metoxi en el silicio.

Los hidroxisilanos adecuados para la reacción con un uretano-poliéter con NCO terminal pueden obtenerse en particular a partir de la adición de aminosilanos a lactonas o a carbonatos cíclicos o a láctidos.
Los aminosilanos adecuados para ello son en particular 3-aminopropil-trimetoxisilano, 3-aminopropil-trietoxisilano, 4-aminobutil-trimetoxisilano, 4-aminobutil-trietoxisilano, 4-amino-3-metilbutil-trimetoxisilano, 4-amino-3-metilbutiltrietoxisilano, 4-amino-3,3-dimetilbutil-trimetoxisilano, 4-amino-3,3-dimetilbutil-trietoxisilano, 2-aminoetil-trimetoxisilano o 2-aminoetiltrietoxisilano. Se prefieren especialmente 3-aminopropil-trimetoxisilano, 3-aminopropil-trietoxisilano, 4-amino-3,3-dimetilbutil-trimetoxisilano o 4-amino-3,3-dimetilbutil-trietoxisilano.
Como lactonas son adecuadas en particular γ-valerolactona, γ-octalactona, δ-decalactona, y ε-decalactona, en particular γ-valerolactona.
Como carbonatos cíclicos son adecuados en particular 4,5-dimetil-1,3-dioxolan-2-ona, 4,4-dimetil-1,3-dioxolan-2-ona, 4-etil-1,3-dioxolan-2-ona, 4-metil-1,3-dioxolan-2-ona o 4-(fenoximetil)-1,3-dioxolan-2-ona.
Como láctidos son adecuados en particular 1,4-dioxan-2,5-diona (láctido de ácido 2-hidroxiacético, también denominado "glicólido"), 3,6-dimetil-1,4-dioxan-2,5-diona (láctido de ácido láctico, también denominado "láctido") y 3,6-difenil-1,4-dioxan-2,5-diona (láctido de ácido mandélico).
Los hidroxisilanos preferentes, que se obtienen de esta manera, son N-(3-trietoxisililpropil)-2-hidroxipropanoamida, N-(3-trimetoxisililpropil)-2-hidroxipropanamida, N-(3-trietoxisililpropil)-4-hidroxipentanoamida, N-(3-trietoxisililpropil)-4-hidroxioctanoamida, N-(3-trietoxisililpropil)-5-hidroxidecanamida y N-(3-trietoxisililpropil)-2-hidroxipropilcarbamato.

Además, los hidroxisilanos adecuados pueden obtenerse también a partir de la adición de aminosilanos a epóxidos o a partir de la adición de aminas a epoxisilanos. Los hidroxisilanos preferentes, que se obtienen de esta manera, son 2-morfolino-4(5)-(2-trimetoxisililetil)ciclohexan-1-ol, 2-morfolino-4(5)-(2-trietoxisililetil)ciclohexan-1-ol o 1-morfolino-3-(3-(trietoxisilil)propoxi)propan-2-ol.

Como poliéteres que contienen grupos silano son adecuados también productos que pueden obtenerse comercialmente, en particular los siguientes: MS Polymer™ (de Kaneka Corp.; en particular los tipos S203H, S303H, S227, S810, MA903 y S943); MS Polymer™ o bien Silyl™ (de Kaneka Corp.; en particular los tipos SAT010, SAT030, SAT200, SAX350, SAX400, SAX725, MAX450, MAX951); Excestar® (de Asahi Glass Co. Ltd.; en particular los tipos S2410, S2420, S3430, S3630); SPUR+* (de Momentive Performance Materials; en particular los tipos 1010LM, 1015LM, 1050MM); Vorasil™ (de Dow Chemical Co.; en particular los tipos 602 y 604); Desmoseal® (de Bayer MaterialScience AG; en particular los tipos S XP 2458, S XP 2636, S XP 2749, S XP 2774 y S XP 2821), TEGOPAC® (de Evonik Industries AG; en particular los tipos Seal 100, Bond 150, Bond 250), Polymer ST (de Hanse Chemie AG/Evonik Industries AG, en particular los tipos 47, 48, 61, 61 LV, 77, 80, 81); Geniosil® STP (de Wacker Chemie AG; en particular los tipos E10, E15, E30, E35).

Los grupos terminales especialmente preferentes de fórmula (V) son grupos terminales de fórmula (VI),



(VI)

donde

R^9 representa un resto de hidrocarburo divalente, lineal o ramificado con 1 a 12 átomos de C, que dado el caso presenta proporciones cíclicas y/o aromáticas y dado el caso uno o varios heteroátomos, en particular uno o varios átomos de nitrógeno;
Y representa un resto divalente seleccionado de -O-, -S-, -N(R^{10})-, -O-CO-N(R^{10})-, -N(R^{10})-CO-O- y -N(R^{10})-CO-N(R^{10})-,
donde R^{10} representa hidrógeno o representa un resto de hidrocarburo lineal o ramificado con 1 a 20 átomos de C, que dado el caso presenta proporciones cíclicas, y que presenta dado el caso un grupo alcoxisililo, éter o éster de ácido carboxílico; y
R^7, R^8 y x presentan los significados ya mencionados.

Preferentemente, R^9 representa 1,3-propileno o representa 1,4-butileno, pudiendo estar sustituido butileno con uno o dos grupos metilo.
De manera especialmente preferente, R^9 representa 1,3-propileno.

Preferentemente está presente el catalizador de fórmula (I) en una composición que contiene grupos silano en una cantidad tal que la relación en peso entre el polímero que contiene grupos silano y el catalizador de fórmula (I) asciende a al menos 10/1, preferentemente al menos 20/1.
Además preferentemente está presente el catalizador de fórmula (I) en una composición que contiene grupos silano en una cantidad tal que la relación en peso entre el polímero que contiene grupos silano y el catalizador de fórmula (I) asciende a como máximo 5.000/1, preferentemente como máximo 2.000/1, en particular como máximo 1.000/1.
Preferentemente, la relación en peso entre el polímero orgánico que contiene grupos silano y el catalizador de fórmula (I) se encuentra en el intervalo de 10/1 a 2.000/1, en particular 20/1 a 2.000/1.
Una composición de este tipo presenta una buena capacidad de almacenamiento y un curado rápido.

Adicionalmente al catalizador de fórmula (I) puede contener la composición que puede curarse otros catalizadores, en particular para la reticulación de grupos silano. Como otros catalizadores son adecuados en particular compuestos de metal y/o compuestos de nitrógeno o fósforo básicos.

Los catalizadores de metal posibles son en particular compuestos de estaño, titanio, zirconio, aluminio o cinc, en particular compuestos de diorganoestaño(IV) tal como en particular diacetato de dibutilestaño(IV), dilaurato de dibutilestaño(IV), dineodecanoato de dibutilestaño(IV) o bis(acetilacetonato) de dibutilestaño(IV) y dilaurato de dioctilestaño(IV), así como complejos de titanio(IV) o zirconio(IV) o aluminio(III) o cinc(II) con en particular ligandos alcoxi, carboxilato, 1,3-dicetonato, 1,3-cetoestearato o 1,3-cetoamidato.

Los compuestos de nitrógeno o fósforo básicos posibles son en particular imidazoles, piridinas, bases de fosfazeno o preferentemente aminas, hexahidrotriazinas o biguanidas así como amidinas o guanidinas, que no corresponden a la fórmula (I).

Las aminas adecuadas son en particular alquil-, cicloalquil- o aralquilaminas tal como trietilamina, triisopropilamina, 1-butilamina, 2-butilamina, *terc*-butilamina, 3-metil-1-butilamina, 3-metil-2-butilamina, dibutilamina, tributilamina, hexilamina, dihexilamina, ciclohexilamina, diciclohexilamina, dimetilciclohexilamina, bencilamina, dibencilamina, dimetilbencilamina, octilamina, 2-etilhexilamina, di-(2-etilhexil)amina, laurilamina, N,N-dimetil-laurilamina, estearilamina, N,N-dimetil-estearilamina; aminas grasas derivadas de mezclas de ácidos grasos naturales, tal como en particular cocoalquilamina, N,N-dimetil-cocoalquilamina, alquil-C_{16-22}-amina, N,N-dimetil-alquil-C_{16-22}-amina, sojaalquilamina, N,N-dimetil-sojaalquilamina, oleilamina, N,N-dimetil-oleilamina, seboalquilamina o N,N-dimetil-seboalquilamina, que puede obtenerse, por ejemplo, con el nombre comercial Armeen® (de Akzo Nobel) o Rofamin® (de Ecogreen Oleochemicals); diaminas alifáticas, cicloalifáticas o aralifáticas tal como etilendiamina, butanodiamina, hexametilendiamina, dodecanodiamina, neopentanodiamina, 2-metil-pentametilendiamina (MPMD), 2,2(4),4-trimetilhexametilendiamina (TMD), isoforondiamina (IPD), 2,5(2,6)-bis-(aminometil)-biciclo[2.2.1]heptano (NBDA), 1,3-xililendiamina (MXDA), N,N'-di(*terc*-butil)etilendiamina, N,N,N',N'-tetrametil-etilendiamina, N,N,N',N'-tetrametil-propilendiamina, N,N,N',N'-tetrametil-hexametilendiamina, 3-dimetilaminopropilamina, 3-(metilamino)propilamina, 3-(ciclohexilamino)propilamina, piperazina, N-metilpiperazina, N,N'-dimetilpiperazina, 1,4-diazabiciclo[2.2.2]octano, poliaminas grasas tal como N-cocoalquil-1,3-propanodiamina, N-oleil-1,3-propanodiamina, N-sojaalquil-1,3-propanodiamina, N-seboalquil-1,3-propanodiamina o N-(alquil C_{16-22})-1,3-propanodiamina, que pueden obtenerse por ejemplo con el nombre comercial Duomeen® (de Akzo Nobel); polialquilenaminas tal como dietilentriamina, dipropilentriamina, trietilentetramina (TETA), tetraetilenpentamina (TEPA), pentametilenhexamina (PEHA), 3-(2-aminoetil)aminopropilamina, N,N'-bis(3-aminopropil)etilendiamina, N-(3-aminopropil)-N-

metilpropanodiamina, bis(3-dimetilaminopropil)amina, N-(3-dimetilaminopropil)-1,3-propilendiamina, N-(2-aminoetil)piperazina (N-AEP), N-(2-aminopropil)piperazina, N,N'-di-(2-aminoetil)piperazina, 1-metil-4-(2-dimetilaminoetil)piperazina, N,N,N',N",N"-pentametildietilentriamina, N,N,N',N",N"-pentametildipropilentriamina, polietileniminas, que pueden obtenerse por ejemplo con los nombres comerciales Lupasol® (de BASF) y Epomin® (de Nippon Shokubai); éteraminas, tal como en particular 2-metoxietilamina, 2-etoxietilamina, 3-metoxipropilamina, 3-etoxipropilamina, 3-(2-etilhexiloxi)propilamina, 3-(2-metoxietoxi)propilamina, 2(4)-metoxifeniletilamina, morfolina, N-metil-morfolina, N-etilmorfolina, 2-aminoetilmorfolina, bis(2-aminoetil)éter, bis(dimetilaminoetil)-éter, bis(dimorfolinoetil)éter, N,N,N'-trimetil-N'-hidroxietilbis(2-aminoetil)éter, 3,6-dioxaoctano-1,8-diamina, 4,7-dioxadecano-1,10-diamina, 4,7-dioxadecano-2,9-diamina, 4,9-dioxadodecano-1,12-diamina, 5,8-dioxadodecano-3,10-diamina, 4,7,10-trioxatridecan-1,13-diamina o glicoles con 2-aminopropilo terminal, tal como pueden obtenerse por ejemplo con el nombre comercial Jeffamin® (de Huntsman); aminoalcoholes, tal como en particular etanolamina, isopropanolamina, dietanolamina, diisopropanolamina, trietanolamina, triisopropanolamina, N-butiletanolamina, diglicolamina, N,N-dietiletanolamina, N-metildietanolamina, N-metildiisopropilamina, N,N,N'-trimetilaminoetiletanolamina, N-(3-dimetilaminopropil)-N,N-diisopropanolamina, N,N-bis(3-dimetilaminopropil)-N-isopropanolamina, 2-(2-dimetilaminoetoxi)etanolamina o aductos de mono- y poliaminas con epóxidos o diepóxidos; aminas que contienen grupos fenol, tal como en particular productos de condensación de fenoles, aldehídos y aminas (las denominadas bases de Mannich y fenalcaminas) tal como en particular 2-(dimetilaminometil)fenol, 2,4,6-tris(dimetilaminometil)fenol o polímeros de fenol, formaldehído y N,N-dimetil-1,3-propanodiamina así como fenalcaminas que pueden obtenerse en el comercio con los nombre comerciales Cardolite® (de Cardolite), Aradur® (de Huntsman) y Beckopox® (de Cytec); poliaminas que contienen grupos amida, las denominadas poliamidoaminas, tal como pueden obtenerse en el comercio, por ejemplo con los nombres comerciales Versamid® (de Cognis), Aradur® (de Huntsman), Euretek® (de Huntsman) o Beckopox® (de Cytec); o aminosilanos, tal como en particular 3-aminopropiltrimetoxisilano, 3-aminopropildimetoximetilsilano, N-(2-aminoetil)-3-aminopropiltrimetoxisilano, N-(2-aminoetil)-3-aminopropilmetildimetoxisilano, N-(2-aminoetil)-N'-[3-(trimetoxisilil)propil]etilendiamina o sus análogos con grupos etoxi en lugar de grupos metoxi en el silicio.

Las triazinas adecuadas son en particular 1,3,5-hexahidrotriazina o 1,3,5-tris(3-(dimetilamino)propil)-hexahidrotriazina.

Las biguanidas adecuadas son en particular biguanida, 1-butilbiguanida, 1,1-dimetilbiguanida, 1-butilbiguanida, 1-fenilbiguanida o 1-(o-tolil)biguanida (OTBG).

Amidinas adecuadas, que no corresponden a la fórmula (I), son en particular 1,8-diazabiciclo[5.4.0]undec-7-eno (DBU), 1,5-diazabiciclo[4.3.0]non-5-eno (DBN), 6-dibutilamino-1,8-diazabiciclo[5.4.0]undec-7-eno, 6-dibutilamino-1,8-diazabiciclo[5.4.0]undec-7-eno, N,N'-di-n-hexilacetamidina (DHA), 2-metil-1,4,5,6-tetrahidropirimidina, 1,2-dimetil-1,4,5,6-tetrahidropirimidina, 2,5,5-trimetil-1,4,5,6-tetrahidropirimidina, N-(3-trimetoxisililpropil)-4,5-dihidroimidazol o N-(3-trietoxisililpropil)-4,5-dihidroimidazol.

Las guanidinas adecuadas que no corresponden a la fórmula (I) son en particular 1-butilguanidina, 1,1-dimetilguanidina, 1,3-dimetilguanidina, 1,1,3,3-tetrametilguanidina (TMG), 2-(3-(trimetoxisilil)propil)-1,1,3,3-tetrametilguanidina, 2-(3-(metildimetoxisilil)-propil)-1,1,3,3-tetrametilguanidina, 2-(3-(trietoxisilil)propil)-1,1,3,3-tetrametilguanidina, 1,5,7-triazabiciclo[4.4.0]dec-5-eno (TBD), 7-metil-1,5,7-triazabiciclo[4.4.0]dec-5-eno, 7-ciclohexil-1,5,7-triazabiciclo[4.4.0]dec-5-eno, 1-fenilguanidina, 1-(o-tolil)guanidina (OTG), 1,3-difenilguanidina, 1,3-di(o-tolil)guanidina o 2-guanidinobencimidazol.

Además, la composición que puede curarse puede contener como co-catalizador un ácido, en particular un ácido carboxílico. Se prefieren ácidos carboxílicos alifáticos tal como ácido fórmico, ácido láurico, ácido esteárico, ácido isoesteárico, ácido oleico, ácido 2-etil-2,5-dimetilcaprónico, ácido 2-etilhexanoico, ácido neodecanoico, mezclas de ácidos grasos procedentes de la saponificación de grasas y aceites naturales o ácidos di- y policarboxílicos, en particular ácidos poli(met)acrílicos.

La composición que puede curarse, en una forma de realización preferente, está esencialmente libre de compuestos de organoestaño. Las composiciones libres de organoestaño son ventajosas con respecto a la protección de la salud y protección del medio ambiente. En particular, el contenido en estaño de la composición que puede curarse asciende a menos del 0,1 % en peso, en particular a menos del 0,05 % en peso.

En una forma de realización de la invención, la composición que puede curarse contiene además de un catalizador de fórmula (I) adicionalmente al menos un organotitanato. Una combinación de catalizador de fórmula (I) y organotitanato presenta una actividad catalítica especialmente alta. Debido a ello se posibilita un curado rápido de una composición de este tipo con cantidad de uso del catalizador de fórmula (I) proporcionalmente baja.

Como organotitanato son adecuados en particular compuestos de complejo de titanio(IV). Los organotitanatos preferentes se seleccionan en particular de

- compuestos de complejo de titanio(IV) con dos ligandos de 1,3-dicetonato, en particular 2,4-pentanodionato (=acetilacetonato), y dos ligandos alcoholato;
- compuestos de complejo de titanio(IV) con dos ligandos de 1,3-cetoesterato, en particular acetoacetato de etilo, y dos ligandos alcoholato;
- compuestos de complejo de titanio(IV) con uno o varios ligandos de aminoalcoholato, en particular trietanolamina o 2-((2-aminoetil)amino)etanol, y uno o varios ligandos de alcoholato;
- compuestos de complejo de titanio(IV) con cuatro ligandos de alcoholato;

- así como organotitanatos de condensación superior, en particular tetrabutanolato de titanio(IV) oligomérico, también designado como poli(titanato de butilo);
  siendo adecuados como ligandos de alcoholato en particular isobutoxi, n-butoxi, isopropoxi, etoxi y 2-etilhexoxi.

En particular son adecuados los tipos que pueden obtenerse comercialmente Tyzor® AA, GBA, GBO, AA-75, AA-65, AA-105, DC, BEAT, BTP, TE, TnBT, KTM, TOT, TPT o IBAY (todos de Dorf Ketal); Tytan PBT, TET, X85, TAA, ET, S2, S4 o S6 (todos de Borica Company Ltd.) y Ken-React® KR® TTS, 7, 9QS, 12, 26S, 33DS, 38S, 39DS, 44, 134S, 138S, 133DS, 158FS o LICA® 44 (todos de Kenrich Petrochemicals).

Los organotitanatos muy especialmente adecuados se seleccionan de bis(acetoacetato de etilo)diisobutoxi-titanio(IV) (que puede obtenerse comercialmente por ejemplo como Tyzor® IBAY de Dorf Ketal), bis(etilacetoacetato)diisopropoxi-titanio(IV) (que puede obtenerse comercialmente por ejemplo como Tyzor® DC de Dorf Ketal), bis(acetilacetonato)diisopropoxi-titanio(IV), bis(acetilacetonato)diisobutoxi-titanio(IV), tris(oxietil)-amin-isopropoxi-titanio(IV), bis[tris(oxietil)amin]diisopropoxi-titanio(IV), bis(2-etilhexan-1,3-dioxi)-titanio(IV), tris[2-((2-aminoetil)amino)etoxi]etoxi-titanio(IV), bis(neopentil(dialil)oxi)-dietoxi-titanio(IV), tetrabutanolato de titanio(IV), tetra(2-etilhexiloxi)titanato, tetra(isopropoxi)titanato y poli(titanato de butilo). Lo más preferentemente son bis(acetoacetato de etilo)diisobutoxi-titanio(IV) o bis(acetoacetato de etilo)diisopropoxi-titanio(IV).

En una composición que contiene organotitanato, la relación en peso entre un polímero que contiene grupos silano y el catalizador de fórmula (I) se encuentra preferentemente en el intervalo de 20/1 a 2.000/1, en particular 40/1 a 2.000/1.

La relación en peso entre el organotitanato y el catalizador de fórmula (I) se encuentra preferentemente en el intervalo de 10/1 a 1/10, de manera especialmente preferente de 5/1 a 1/5, en particular de 5/1 a 1/3.

La composición que puede curarse puede contener adicionalmente al catalizador de fórmula (I) otras partes constituyentes, en particular los siguientes coadyuvantes y aditivos:

- agentes adherentes y/o agentes reticuladores, en particular aminosilanos tal como en particular 3-aminopropil-trimetoxisilano, 3-aminopropil-dimetoximetilsilano, N-(2-aminoetil)-3-aminopropil-trimetoxisilano, N-(2-aminoetil)-3-aminopropil-dimetoximetilsilano, N-(2-aminoetil)-N'-[3-(trimetoxisilil)propil]etilendiamina o sus análogos con grupos etoxi en lugar de grupos metoxi, además N-fenil-, N-ciclohexil- o N-alquilaminosilanos, mercaptosilanos, epoxisilanos, (met)acrilosilanos, anhidridosilanos, carbamatosilanos, alquilsilanos o iminosilanos, formas oligoméricas de estos silanos, aductos de aminosilanos primarios con epoxisilanos o (met)acrilosilanos o anhidridosilanos, alquilsilsesquioxanos con funcionalidad amino, en particular metilsilsesquioxano con funcionalidad amino o propilsilsesquioxano con funcionalidad amino. En particular son adecuados 3-aminopropiltrimetoxisilano, 3-aminopropiltrietoxisilano, N-(2-aminoetil)-3-aminopropiltrimetoxisilano, N-(2-aminoethil)-3-aminopropil-trietoxisilano, 3-glicidoxipropiltrimetoxisilano, 3-glicidoxipropiltrietoxisilano o 3-ureidopropiltrimetoxisilano, o formas oligoméricas de estos silanos;
- agentes de secado, en particular tetraetoxisilano, viniltrimetoxisilano, viniltrietoxisilano u organoalcoxisilanos, que presentan en la posición α con respecto al grupo silano un grupo funcional, en particular N-(metildimetoxisililmetil)-O-metil-carbamato, (metacriloximetil)silanos, metoximetilsilanos, ésteres de ácido ortofórmico, óxido de calcio o tamices moleculares, en particular viniltrimetoxisilano o viniltrietoxisilano;
- plastificantes, en particular polidialquilsiloxanos con trialquilsililo terminal tal como en particular polidimetilsiloxanos con trimetilsililo terminal, en particular con viscosidades en el intervalo de 10 a 1.000 mPa·s, o correspondientes compuestos, en los que algunos de los grupos metilo se han sustituido por otros grupos orgánicos, en particular grupos fenilo, vinilo o trifluoropropilo, los denominados plastificantes reactivos en forma de polisiloxanos monofuncionales, o sea reactivos de manera unilateral, ésteres de ácido carboxílico tal como ftalatos, en particular ftalato de dioctilo, ftalato de bis(2-etilhexilo), ftalato de bis(3-propilheptilo), ftalato de diisononilo o ftalato de diisodecilo, diéster de ácido orto-ciclohexanodicarboxílico, en particular 1,2-ciclohexanodicarboxilato de diisononilo, adipatos, en particular adipato de dioctilo, adipato de bis(2-etilhexilo), azelatos, en particular azelato de bis(2-etilhexilo), sebacatos, en particular sebacato de bis(2-etilhexilo) o sebacato de diisononilo, polioles, en particular polioxialquilenpolioles o poliesterpolioles, glicoléteres, glicolésteres, ésteres orgánicos de ácido fosfórico o sulfónico, amidas de ácido sulfónico, polibutenos o ésteres metílicos o etílicos de ácidos grasos derivados de grasas o aceites naturales, también denominados "biodiésel", siendo especialmente adecuados plastificantes que contienen grupos siloxano para polímeros que contienen grupos silano en forma de poliorganosiloxanos;
- disolventes;
- materiales de relleno inorgánicos u orgánicos, en particular carbonatos de calcio naturales, molidos o precipitados, que dado el caso están revestidos con ácidos grasos, en particular ácido esteárico, barita (espato pesado), talcos, harinas de cuarzo, arena de cuarzo, dolomitas, wollastonitas, caolines, caolines calcinados, mica (silicato de potasio-aluminio), tamices moleculares, óxidos de aluminio, hidróxidos de aluminio, hidróxido de magnesio, ácidos silícicos incluyendo ácidos silícicos altamente dispersados de procesos de pirólisis, hollín preparado industrialmente, grafito, polvo de metal tal como aluminio, cobre, hierro, plata o acero, polvo de PVC o esferas huecas;
- fibras, en particular fibras de vidrio, fibras de carbono, fibras de metal, fibras de cerámica o fibras de plástico tal

como fibras de poliamida o fibras de polietileno;
- colorantes;
- pigmentos, en particular dióxido de titanio u óxidos de hierro;
- modificadores de la reología, en particular agentes espesantes, en particular silicatos estratificados tal como bentonitas, derivados de aceite de ricino, aceite de ricino hidrogenado, poliamidas, poliuretanos, compuestos de urea, ácidos silícicos pirogénicos, éteres de celulosa o polioxietilenos modificados de manera hidrófoba;
- estabilizadores frente a la oxidación, calor, luz o radiación UV;
- resinas naturales, grasas o aceites tal como colofonio, goma laca, aceite de linaza, aceite de ricino o aceite de soja;
- polímeros no reactivos, tal como en particular homo- o copolímeros de monómeros insaturados, en particular del grupo que comprende etileno, propileno, butileno, isobutileno, isopreno, acetato de vinilo o (met)acrilatos de alquilo, en particular polietilenos (PE), polipropilenos (PP), poliisobutilenos, copolímeros de etileno-acetato de vinilo (EVA) o poli-α-olefinas atácticas (APAO);
- sustancias ignífugas, en particular las cargas ya mencionadas hidróxido de aluminio e hidróxido de magnesio, o en particular ésteres de ácido fosfórico orgánicos tal como en particular fosfato de trietilo, fosfato de tricresilo, fosfato de trifenilo, fosfato de difenilcresilo, fosfato de isodecildifenilo, fosfato de tris(1,3-dicloro-2-propilo), fosfato de tris(2-cloroetilo), fosfato de tris(2-etilhexilo), fosfato de tris(cloroisopropilo), fosfato de tris(cloropropilo), fosfato de trifenilo isopropilado, fosfatos de mono-, bis- o tris(isopropilfenilo) de distinto grado de isopropilación, resorcinol-bis(difenilfosfato), bis(difenilfosfato) de bisfenol-A o polifosfatos de amonio;
- sustancias de superficie activa, en particular agentes humectantes, agentes de nivelación, agentes de desaireación o agentes desespumantes;
- biocidas, en particular algicidas, fungicidas o sustancias que inhiben el crecimiento de hongos;

así como otras sustancias usadas habitualmente en composiciones que pueden curarse. Puede ser práctico secar química o físicamente ciertas partes constituyentes antes del mezclado en la composición.

En una forma de realización preferente, la composición que puede curarse contiene al menos un agente de secado y al menos un agente adhesivo y/o agente reticulador.

En una forma de realización preferente, la composición que puede curarse no contiene ftalatos como plastificantes. Tales composiciones son toxicológicamente ventajosas y presentan menos problemas con efectos de migración.

La composición que puede curarse se prepara y se conserva preferentemente con exclusión de la humedad. Normalmente es ésta estable en almacenamiento en un envase o disposición adecuados, tal como en particular una botella, un bote, una bolsa, un cubo, un barril o un cartucho, con exclusión de la humedad. La composición que puede curarse puede encontrarse en forma de una composición de un solo componente o en forma de una composición de múltiples componentes, en particular de dos componentes.

Como "de un solo componente" se designa en el presente documento una composición, en la que todas las partes constituyentes de la composición se almacenan mezcladas en el mismo recipiente y que puede curarse con humedad.

Como "de dos componentes" se designa en el presente documento una composición, en la que las partes constituyentes de la composición se encuentran en dos componentes distintos, que se almacenan en recipientes separados uno de otro. Solo poco antes o durante la aplicación de la composición se mezclan entre sí los dos componentes, después de lo cual cura la composición mezclada, dado el caso con acción de la humedad.

La composición que puede curarse es adecuada para una pluralidad de usos, en particular como pintura, laca o imprimación, como resina para la preparación de material de compuesto de fibras (composite), como espuma dura, espuma blanda, pieza moldeada, elastómero, fibra, lámina o membrana, como masa de relleno, sellante, adhesivo, capa, revestimiento o pintura para aplicaciones de construcción e industriales, por ejemplo como sellado de costura, sellado de cavidades, masa de electroaislamiento, pasta para emplastecer, sellante de juntas, sellante de cordón de soldadura o de costura de rebordear, adhesivo de montaje, adhesivo de carrocería, adhesivo de lunas, adhesivo de elementos tipo sándwich, adhesivo de recubrimiento, adhesivo de laminado, adhesivo de envase, adhesivo de madera, adhesivo de parqué, adhesivo de anclaje, pavimento, revestimiento de suelo, revestimiento de balcón, revestimiento de techo, revestimiento protector de hormigón, revestimiento de aparcamiento, sellado, revestimiento de tubo, revestimiento protector frente a la corrosión, revestimiento textil, elemento de amortiguación, elemento de obturación o pasta para emplastecer.

Es especialmente adecuada la composición que puede curarse como adhesivo y/o sellante, en particular para la obturación de juntas y para uniones adhesivas elásticas en aplicaciones de construcción e industriales, y como revestimiento elástico con propiedades de puenteo de grietas, en particular para la protección y/u obturación de por ejemplo techos, suelos, balcones, plataformas de aparcamiento o tubos de hormigón.

Una composición de este tipo contiene normalmente plastificantes, cargas, agentes adhesivos y/o agentes reticuladores y agentes de secado y dado el caso otros coadyuvantes y aditivos.

Para una aplicación como adhesivo o sellante, la composición que puede curarse presenta preferentemente una consistencia pastosa con propiedades de estructura viscosa. Un sellante o adhesivo pastoso de este tipo se aplica en particular a partir de cartuchos habituales en el comercio, que se accionan manualmente, por medio de aire comprimido o batería, o a partir de un barril o cubo por medio de una bomba transportadora o de una prensa extrusora, dado el caso por medio de un robot de aplicación, sobre un sustrato.

Para una aplicación como revestimiento presenta la composición que puede curarse preferentemente una consistencia líquida a temperatura ambiente con propiedades autonivelantes. Dado el caso ésta es ligeramente tixotrópica, de modo que el revestimiento puede aplicarse en superficies de inclinadas a verticales, sin derramarse de manera inmediata. Ésta se aplica en particular por medio de rodillos o pincel o mediante vertido y distribución por medio de, por ejemplo, un rodillo, una rasqueta o una llana dentada.

Además, la invención se refiere a una composición endurecida, que puede obtenerse a partir de una composición que puede curarse que contiene al menos un catalizador de fórmula (I) tal como se ha descrito anteriormente, tras su curado. El curado se realiza en particular con agua, en particular en forma de humedad del aire, y/o con un reticulador adecuado.

A partir del uso de la composición que puede curarse se produce un artículo que en particular se adhirió, se obturó o se revistió con la composición. En el caso del artículo se trata en particular de una obra, en particular una obra de construcción de edificios o de ingeniería civil, de un artículo fabricado industrialmente o de un artículo de consumo, en particular una ventana, un electrodoméstico o un medio de transporte tal como en particular un automóvil, un autobús, un camión, un vehículo sobre carriles, un barco, un avión o un helicóptero; o el artículo puede ser una pieza adosada del mismo.

Una composición que puede curarse preferente contiene al menos un polímero que contiene grupos silano. Una composición de este tipo se designa a continuación también como "composición de reticulación con silano".
Habitualmente asciende la proporción de polímero orgánico que contiene grupos silano en una composición de reticulación con silano a del 10 al 80 % en peso, en particular a del 15 al 60 % en peso, preferentemente a del 15 al 50 % en peso, con respecto al peso total de la composición.
Para el caso de que la composición de reticulación con silano contenga un poliorganosiloxano con grupos silano terminales, es preferentemente tanto una composición de un solo componente, también designada como RTV-1, como también una composición de dos componentes, también designada como RTV-2. En el caso de una composición RTV-2, el poliorganosiloxano con grupos silano terminales es preferentemente una parte constituyente del primer componente y un agente reticulador de silano, en particular un silano de fórmula (IV), es preferentemente una parte constituyente del segundo componente. El catalizador de fórmula (I) puede estar contenido a este respecto en el primer y/o en el segundo componente.
Para el caso de que la composición de reticulación con silano contenga un polímero orgánico que presenta grupos silano, es la composición preferentemente de un solo componente.
Un segundo componente o dado el caso otros componentes se mezcla o se mezclan con el primer componente antes o durante la aplicación, en particular a través de una mezcladora estática o a través de una mezcladora dinámica.

Una composición de reticulación con silano se aplica en particular con calor ambiente, preferentemente en un intervalo de temperatura entre 0 y 45 °C, en particular de 5 a 35 °C, y se cura también en estas condiciones. Durante la aplicación comienza la reacción de reticulación de los grupos silano, dado el caso con influencia de la humedad. Los grupos silano existentes pueden condensarse con grupos silanol existentes para dar grupos siloxano (grupos Si-O-Si). Los grupos silano existentes pueden hidrolizar con el contacto con la humedad también para dar grupos silanol (grupos Si-OH) y mediante reacciones de condensación posteriores forman grupos siloxano (grupos Si-O-Si). Como resultado de estas reacciones cura finalmente la composición. El catalizador de fórmula (I) acelera este endurecimiento. En el caso de que se requiera agua para el curado, puede proceder esta o bien del aire (humedad del aire), o sin embargo la composición puede llevarse a contacto con un componente que contiene agua, por ejemplo mediante recubrimiento, por ejemplo con un agente de alisado, o mediante pulverización, o puede añadirse a la composición durante la aplicación agua o un componente que contiene agua, por ejemplo en forma de un líquido o pasta que contiene agua o que libera agua. Una pasta es en particular adecuada para el caso de que la propia composición se encuentre en forma de una pasta.
En caso de un curado por medio de la humedad del aire cura completamente la composición desde el exterior hacia el interior, formándose en primer lugar una película en la superficie de la composición. El denominado tiempo de formación de película representa una medida de la velocidad de curado de la composición. La velocidad del endurecimiento se determina a este respecto en general por distintos factores, tal como por ejemplo de la disponibilidad de agua, la temperatura etc.

La composición de reticulación con silano dispone normalmente de una buena capacidad de almacenamiento sin tendencia a la separación, debido a la baja toxicidad y baja volatilidad del catalizador de fórmula (I) permite una baja clasificación de riesgo y posibilita productos de baja emisión y de bajo olor, que curan rápidamente y a este respecto forman un material mecánicamente de alta calidad y estable. Es especialmente ventajoso a este respecto el hecho de que este material apenas tienda a defectos causados por la migración tal como exudación o ensuciamiento del sustrato, a diferencia de las composiciones que contienen catalizadores según el estado de la técnica, tal como por ejemplo DBU, TMG o DHA. Las composiciones que contienen tales catalizadores tienden a efectos de migración, lo que puede manifestarse antes del curado mediante separación y tras el curado mediante superficies adhesivas y/o pegajosas y/o ensuciamientos del sustrato. Especialmente los últimos efectos son sumamente indeseados, dado que las superficies adhesivas y pegajosas se ensucian rápidamente y pueden pintarse mal, y las impurezas del sustrato pueden conducir a decoloraciones permanentes.

Durante la aplicación se aplica una composición de reticulación con silano preferentemente sobre al menos un sustrato.
Los sustratos adecuados son en particular

- vidrio, vitrocerámica, hormigón, mortero, ladrillo, teja, yeso o piedra natural tal como piedra caliza, granito o mármol;
- metales y aleaciones, tal como aluminio, hierro, acero o metales no ferrosos, así como metales de superficie mejorada o aleaciones, tal como metales galvanizados o cromados;
- cuero, materiales textiles, papel, madera, con resinas, por ejemplo resinas fenólicas, de melamina o epoxídicas, materias derivadas de la madera unidas, materiales compuestos de resina-material textil y otros denominados materiales compuestos de polímero;
- plásticos, tal como poli(cloruro de vinilo) (PVC duro y blando), copolímeros de acrilonitrilo-butadieno-estireno (ABS), policarbonato (PC), poliamida (PA), poliéster, poli(metacrilato de metilo) (PMMA), resinas epoxídicas, poliuretanos (PUR), polioximetileno (POM), poliolefinas (PO), polietileno (PE) o polipropileno (PP), copolímeros de etileno/propileno (EPM) o terpolímeros de etileno/propileno/dieno (EPDM), o plásticos reforzados con fibras tal como plásticos reforzados con fibras de carbono (CFK), plásticos reforzados con fibras de vidrio (GFK) o compuestos de moldeo de láminas (SMC), pudiendo estar tratados en superficie los plásticos preferentemente por medio de plasma, corona o llama;
- sustratos revestidos, tal como metales o aleaciones revestidos con polvo;
- pinturas o lacas, en particular lacas de cubrición de automóviles.

Los sustratos pueden tratarse previamente en caso necesario antes de la aplicación de la composición, en particular mediante procedimientos de limpieza físicos y/o químicos o mediante la aplicación de un agente adhesivo, de una solución de agente adhesivo o de una imprimación.
Es especialmente adecuada la composición de reticulación con silano para el contacto con sustratos, que son especialmente sensibles a alteraciones mediante sustancias que migran, en particular mediante la formación de decoloraciones o manchas. Éstos son en particular sustratos de poro fino tal como mármol, piedra caliza u otras piedras naturales, yeso, mortero de cemento u hormigón, sin embargo también plásticos. En particular en PVC se observan fuertes decoloraciones en el caso de presencia de catalizadores, tal como por ejemplo DBU o TMG, que no pueden separarse mediante limpieza. Tales efectos no se observan con el catalizador de fórmula (I).

Es especialmente adecuada la composición de reticulación con silano como adhesivo y/o sellante o como revestimiento.
Pueden adherirse o sellarse dos sustratos del mismo tipo o dos sustratos distintos, en particular los sustratos mencionados anteriormente.

Ejemplos

A continuación se han realizado ejemplos de realización que explicarán en más detalle la invención descrita. Lógicamente, la invención no está limitada a estos ejemplos de realización descritos.

Como "clima normalizado" se designa una temperatura de 23±1 °C y una humedad del aire relativa del 50±5 %.

Los **espectros de infrarrojo** (FT-IR) se midieron en un aparato de FT-IR Nicolet iS5 de Thermo Scientific, equipado con unidad de medición ATR horizontal con cristal de diamante. Las muestras líquidas se aplicaron de manera no diluida como películas, las muestras sólidas se disolvieron en CH_2Cl_2. Las bandas de absorción se han indicado en números de onda (cm^{-1}) (intervalo de medición: 4000-650 cm^{-1}). Las **viscosidades** se midieron en un viscosímetro de cono-placa termostatizado Rheotec RC30 (diámetro de cono 50 mm, ángulo de cono 1°, distancia punta de cono-placa 0,05 mm, velocidad de cizallamiento 10 s^{-1}).
El **tiempo de formación de película** (HBZ) se determinó debido a que se aplicaron algunos gramos de la composición en un espesor de capa de aprox. 2 mm sobre cartón y en el clima normalizado se midió el periodo de tiempo hasta que al tocar ligeramente la superficie de la composición por medio de una pipeta de LDPE por primera vez ya no quedaban residuos en la pipeta.
La calidad de la **superficie** se comprobó de manera háptica.
Las propiedades mecánicas **resistencia a la tracción, alargamiento de rotura** y **módulo de elasticidad** (con el 0-5 % y el 0-50 % de alargamiento) se midieron de acuerdo con la norma DIN EN 53504 con una velocidad de tracción de 200 mm/min.
La **dureza Shore A** se determinó según la norma DIN 53505 en probetas curadas durante 7 días en clima normalizado.

<u>Preparación de catalizadores de fórmula (I):</u>

Catalizador K-1: 1,1'-(α,ω)-Polioxipropilen)bis(2,3-diciclohexilguanidina) con un peso molecular de aproximadamente 650 g/mol
En un matraz redondo se mezclaron 5,49 g de polioxipropilendiamina con un peso molecular promedio de aprox. 230

g/mol (Jeffamine® D-230 de Huntsman, contenido en amina aprox. 8,4 meq/g) y 8,26 g de N,N'-diciclohexilcarbodiimida y se calentó la mezcla con agitación hasta 110 °C. En intervalos regulares se sometió a estudio la mezcla de reacción por medio de espectroscopía FT-IR. Tras 22 horas había desaparecido completamente la banda de carbodiimida en aprox. 2120 cm^{-1}. Después se liberó la mezcla de reacción a vacío de las partes constituyentes volátiles. Se obtuvieron 13,12 g de un aceite amarillo claro, sin olor.
FT-IR: 3366 (N-H), 2923, 2950, 1635 (C=N), 1495, 1447, 1370, 1336, 1255, 1237, 1102, 1025, 977, 888, 845, 713.

Catalizador K-2: 1,1'-(α,ω)-Polioxipropilen)bis(2,3-diciclohexilguanidina) con un peso molecular de aproximadamente 850 g/mol
En un matraz redondo se mezclaron 10,54 g de polioxipropilendiamina con un peso molecular promedio de aprox. 430 g/mol (Jeffamine® D-400 de Huntsman, contenido en amina aprox. 4,4 meq/g) y 8,23 g de N,N'-diciclohexilcarbodiimida y se calentó la mezcla con agitación hasta 120 °C. En intervalos regulares se sometió a estudio la mezcla de reacción por medio de espectroscopía FT-IR. Tras 24 horas había desaparecido completamente la banda de carbodiimida en aprox. 2120 cm^{-1}. Después se liberó la mezcla de reacción a vacío de las partes constituyentes volátiles. Se obtuvieron 18,77 g de un aceite amarillo claro, sin olor con una viscosidad a 25 °C de 12,3 Pa·s.
FT-IR: 3357 (N-H), 2968, 2924, 2951, 1637 (C=N), 1498, 1448, 1372, 1340, 1256, 1237, 1100, 1018, 926, 889, 845, 715.

Catalizador K-3: 1-(ω-Metoxi-polioxipropilen-polioxietilen)-2,3-diciclohexilguanidina con un peso molecular de aproximadamente 810 g/mol En un matraz redondo se mezclaron 14,32 g de polioxipropilenmonoamina con un peso molecular promedio de aprox. 600 g/mol (Jeffamine® M-600 de Huntsman, contenido en amina aprox. 1,7 meq/g) y 4,14 g de N,N'-diciclohexilcarbodiimida y se calentó la mezcla con agitación hasta 120 °C. En intervalos regulares se sometió a estudio la mezcla de reacción por medio de espectroscopía FT-IR. Tras 72 horas había desaparecido completamente la banda de carbodiimida en aprox. 2120 cm^{-1}. Se obtuvieron 18,45 g de un aceite amarillo claro, sin olor con una viscosidad a 25 °C de 0,3 Pa·s.
FT-IR: 3367 (N-H), 2969, 2926, 2854, 1640 (C=N), 1449, 1372, 1342, 1297, 1255, 1100, 1014, 925, 889, 861, 715.

Catalizador K-4: 1,1'-(α,ω)-Polioxipropilen)bis(2,3-diciclohexilguanidina) con un peso molecular de aproximadamente 2.400 g/mol
En un matraz redondo se mezclaron 24,06 g de polioxipropilendiamina con un peso molecular promedio de aprox. 2.000 g/mol (Jeffamine® D-2000 de Huntsman, contenido en amina aprox. 1,0 meq/g) y 4,15 g de N,N'-diciclohexilcarbodiimida y se calentó la mezcla con agitación hasta 120 °C. En intervalos regulares se sometió a estudio la mezcla de reacción por medio de espectroscopía FT-IR. Tras 72 horas había desaparecido completamente la banda de carbodiimida en aprox. 2120 cm^{-1}. Se obtuvieron 28,21 g de un aceite amarillo claro, sin olor con una viscosidad a 25 °C de 2,4 Pa·s.
FT-IR: 3367 (N-H), 2969, 2926, 2856, 1641 (C=N), 1449, 1372, 1343, 1296, 1256, 1097, 1013, 925, 866, 833, 715.

Catalizador K-5: 1,1'-(α,ω)-Polioxipropilen)bis(2,3-diisopropilguanidina) con un peso molecular de aproximadamente 690 g/mol
En un matraz redondo se mezclaron 5,57 g de polioxipropilendiamina con un peso molecular promedio de aprox. 430 g/mol (Jeffamine® D-400 de Huntsman, contenido en amina aprox. 4,4 meq/g) y 2,95 g de N,N'-diisopropilcarbodiimida y se calentó la mezcla con agitación hasta 120 °C. En intervalos regulares se sometió a estudio la mezcla de reacción por medio de espectroscopía FT-IR. Tras 18 horas había desaparecido completamente la banda de carbodiimida en aprox. 2120 cm^{-1}. Después se liberó la mezcla de reacción a vacío de las partes constituyentes volátiles. Se obtuvieron 8,50 g de un aceite amarillo claro, sin olor con una viscosidad a 25 °C de 0,4 Pa·s.
FT-IR: 3365 (N-H), 2955, 2929, 2967, 1640 (C=N), 1452, 1372, 1338, 1295, 1099, 1018, 923, 859, 845, 713.

Catalizador K-6: N,N''-(α,ω-Polioxipropilen)bis(N'-hexilacetimidamida) con un peso molecular de aproximadamente 480 g/mol
En un tubo de ensayo se mezclaron 9,63 g de polioxipropilendiamina con un peso molecular promedio de aprox. 230 g/mol (Jeffamine® D-230 de Huntsman, contenido en amina aprox. 8,4 meq/g), 8,11 g de n-hexilamina, 10,21 g de ortoacetato de trimetilo y 0,33 g de triflato de lantano y se calentaron en un aparato microondas con una presión máxima de 150 Pa con agitación durante 40 minutos hasta 160 °C. Después se transfirió la mezcla de reacción a un matraz redondo y se liberó a vacío de las partes constituyentes volátiles. Se obtuvieron 20,24 g de un aceite amarillo, sin olor.
FT-IR: 3369, 2958, 2926, 2856, 1684, 1644, 1524, 1454, 1373, 1259, 1101, 1031, 926, 725.

Preparación de polímeros que contienen grupos silano:

Polímero STP-1:

Con exclusión de la humedad se calentaron 1000 g de poliol Acclaim® 12200 (polioxipropilendiol con bajo grado de insaturación, de Bayer; índice de OH 11,0 mg de KOH/g), 43,6 g de isoforondiisocianato (IPDI; Vestanat® IPDI, de Evonik), 126,4 g de ftalato de diisodecilo (DIDP) y 0,1 g de tris(neodecanoato) de bismuto (10 % en peso en DIDP)

con agitación constante hasta 90 °C y se dejaron a esta temperatura, hasta que el contenido determinado volumétricamente de grupos isocianato libres hubo alcanzado un valor estable del 0,63 % en peso. A continuación se mezclaron 63,0 g de N-(3-trimetoxisililpropil)-amino-succinato de dietilo (aducto de 3-aminopropiltrimetoxisilano y maleinato de dietilo; preparado según las indicaciones en el documento US 5.364.955) y se agitó la mezcla a 90 °C hasta que ya no se detectó isocianato libre por medio de espectroscopía FT-IR. El poliéter que contiene grupos trimetoxisilano así obtenido con un peso equivalente de silano de aprox. 6880 g/eq (calculado a partir de las cantidades de uso) se enfrió hasta temperatura ambiente y se conservó con exclusión de la humedad.

Polímero STP-2:

Con exclusión de la humedad se calentaron 1000 g de poliol Acclaim® 12200 (polioxipropilendiol con bajo grado de insaturación, de Bayer; índice de OH 11,0 mg de KOH/g), 43,6 g de isoforondiisocianato (IPDI; Vestanat® IPDI, de Evonik), 126,4 g de ftalato de diisodecilo (DIDP) y 0,1 g de tris(neodecanoato) de bismuto (10 % en peso en DIDP) con agitación constante hasta 90 °C y se dejaron a esta temperatura, hasta que el contenido determinado volumétricamente de grupos isocianato libres hubo alcanzado un valor estable del 0,64 % en peso. A continuación se mezclaron 70,6 g de N-(3-trietoxisililpropil)-amino-succinato de dietilo (aducto de 3-aminopropiltrietoxisilano y maleinato de dietilo) y la mezcla se agitó a 90 °C hasta que ya no se detectó isocianato libre por medio de espectroscopía FT-IR. El poliéter que contiene grupos trietoxisilano así obtenido con un peso equivalente de silano de aprox. 6920 g/eq (calculado a partir de las cantidades de uso) se enfrió hasta temperatura ambiente y se conservó con exclusión de la humedad.

Catalizadores comerciales usados y abreviaturas de los mismos:

DBU	1,8-Diazabiciclo[5.4.0]undec-7-eno
TMG	1,1,3,3-Tetrametilguanidina
IBAY	Tyzor® IBAY, Bis(etilacetoacetato)diisobutoxi-titanio(IV), de Dorf Ketal
MTHP	2-Metil-1,4,5,6-tetrahidropirimidina
TMTHP	2,5,5-Trimetil-1,4,5,6-tetrahidropirimidina
DBTDL	Dilaurato de dibutilestaño(IV)

Composiciones de reticulación con silano:

Las composiciones Z1 a Z25 son ejemplos de acuerdo con la invención, las composiciones V1 a V26 son ejemplos comparativos.

Composiciones Z1 a Z2b y comparaciones V1 a V5:

Una composición de 96,5 g de polímero STP-1, 0,5 g de viniltrimetoxisilano y 3,0 g de 3-aminopropiltrimetoxisilano se mezcló con distintos catalizadores en la cantidad indicada de acuerdo con la tabla 1 y la mezcla se sometió a prueba para determinar la viscosidad y el tiempo de formación de película (HBZ) en el clima normalizado, antes y tras el almacenamiento. El tiempo de formación de película sirve a este respecto como medida de la actividad del catalizador en relación a la reacción de reticulación de los grupos silano, es decir para la velocidad de reticulación; la modificación de la viscosidad y del tiempo de formación de película tras el almacenamiento son una medida de la estabilidad en almacenamiento. Además se sometió a prueba la mezcla aplicada tras 24 horas en el clima normal a continuación, si la superficie se había secado tal como se deseaba o si se había formado una película pegajosa, lo que es una señal de la exudación del catalizador debido a la mala compatibilidad con el plástico curado, y/o si era adhesiva la superficie, lo que es una señal de un curado incompleto. Además se preparó de la mezcla una película de 2 mm de espesor, se dejó endurecer durante 7 días en clima normalizado y se sometió a prueba para determinar propiedades mecánicas. Los resultados están reproducidos en la tabla 1 y 2. "Comp." representa "composición".

Tabla 1:

Comp.	Catalizador	Cantidad	Concentración[1]	Viscosidad [Pa·s]			HBZ	
				fresco	almacenado[2]	Aumento	fresco	almacenado[2]
V1	DBU	0,15 g	1,0	24,8	30,3	22 %	37'	42'
V2	TMG	0,11 g	1,0	20,3	21,8	7 %	93'	108'
V3	IBAY	0,87 g	2,0	24,8	30,2	22 %	45'	120'
V4	DBU IBAY	0,07 g 0,22 g	0,5 0,5	24,9	28,1	13 %	15'	55'
V5	TMG IBAY	0,06 g 0,22 g	0,5 0,5	23,2	25,0	8 %	37'	111'
Z1	K-1	0,32 g	1,0	21,0	23,3	11 %	21'	27'

(continuación)

Comp.	Catalizador	Cantidad	Concentración[1]	Viscosidad [Pa·s]			HBZ	
				fresco	almacenado[2]	Aumento	fresco	almacenado[2]
Z2	K-1 IBAY	0,16 g 0,22 g	0,5 0,5	24,4	29,1	19 %	17'	53'
Z2a	K-2	0,77 g	1,9	27,8	37,4	35 %	13'	12'
Z2b	K-6	0,45 g	1,9	28,6	33,3	16 %	50'	50'
[1] mmol de grupos amidina o guanidina o átomos de metal por 100 g de polímero que contiene grupos silano. [2] durante 7 días a 60 °C en recipiente cerrado.								

Tabla 2:

Comp.	Superficie tras 24 h	Resistencia a la tracción	Alargamiento de rotura	Módulo de elasticidad	
				0-5 %	0-50 %
V1	grasienta, ligeramente adhesiva	0,60 MPa	92 %	1,03 MPa	0,69 MPa
V2	muy adhesiva	0,65 MPa	90 %	1,20 MPa	0,77 MPa
V3	adhesiva	0,59 MPa	91 %	1,05 MPa	0,69 MPa
V4	ligeramente grasienta	0,60 MPa	81 %	1,11 MPa	0,76 MPa
V5	ligeramente adhesiva	0,69 MPa	100 %	1,13 MPa	0,76 MPa
Z1	seca	0,63 MPa	88 %	1,16 MPa	0,76 MPa
Z2	seca	0,62 MPa	87 %	1,16 MPa	0,76 MPa
Z2a	seca	0,62 MPa	89 %	1,11 MPa	0,75 MPa
Z2b	seca	0,66 MPa	96 %	1,09 MPa	0,78 MPa

Composiciones Z3 a Z11 y comparaciones V6 a V11:

Una composición de 95,9 g de polímero STP-2, 0,4 g de viniltrietoxisilano y 3,7 g de 3-aminopropiltrietoxisilano se mezcló con distintos catalizadores en la cantidad indicada de acuerdo con la tabla 3 y tal como se ha descrito para la composición Z1 se sometió a prueba la mezcla para determinar la viscosidad, tiempo de formación de película (HBZ), calidad de la superficie y propiedades mecánicas. Los resultados están reproducidos en la tabla 3 y 4. "Comp." representa "composición".

Tabla 3:

Comp.	Catalizador	Cantidad	Concentración[1]	Viscosidad [Pa·s]			HBZ	
				fresco	almacenado[2]	Aumento	fresco	almacenado[2]
V6	DBU	0,55 g	3,8	48,8	58,1	19 %	127'	155'
V7	TMG	0,42 g	3,8	44,5	53,4	20 %	>12 h	>12 h
V8	MTHP	0,36 g	3,8	46,5	54,0	16 %	120'	110'
V9	TMTHP[3]	0,36 g	3,0	30,0	34,4	15 %	220'	180'
V10	DBU IBAY	0,22 g 0,82 g	1,5 1,9	43,2	45,6	6 %	200'	180'
V11	TMG IBAY	0,17 g 0,82 g	1,5 1,9	38,2	42,8	12 %	>24 h	>24 h
Z3	K-1	1,20 g	3,8	48,7	54,9	13 %	60'	73'
Z4	K-2	1,71 g	3,8	38,8	39,5	2 %	65'	80'
Z5	K-3	2,94 g	3,8	32,9	35,4	8 %	75'	75'
Z6	K-4	4,26 g	3,7	33,3	42,0	26 %	78'	78'
Z7	K-5	1,29 g	3,7	35,1	41,2	17 %	105'	80'
Z8	K-1 IBAY	0,48 g 0,82 g	1,5 1,9	42,7	44,5	4 %	125'	135'
Z9	K-2 IBAY	0,68 g 0,82 g	1,5 1,9	43,8	44,0	1 %	125'	135'
Z10	K-3 IBAY	1,16 g 0,82 g	1,5 1,9	39,2	42,4	8 %	120'	125'

(continuación)

Comp.	Catalizador	Cantidad	Concentración[1]	Viscosidad [Pa·s]			HBZ	
				fresco	almacenado[2]	Aumento	fresco	almacenado[2]
Z11	K-4 IBAY	1,73 g 0,82 g	1,5 1,9	39,9	43,0	8 %	115'	125'
[1] mmol de grupos amidina o guanidina o átomos de metal por 100 g de polímero que contiene grupos silano. [2] durante 7 días a 60 °C en recipiente cerrado. [3] como solución (20 % en peso) en N-etilpirrolidona.								

Tabla 4:

Comp.	Superficie tras 24 h	Resistencia a la tracción	Alargamiento de rotura	Módulo de elasticidad	
				0-5 %	0-50 %
V6	grasienta, adhesiva	0,55 MPa	152 %	0,48 MPa	0,44 MPa
V7	muy fuertemente adhesiva	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
V8	grasienta, adhesiva	0,53 MPa	165 %	0,52 MPa	0,39 MPa
V9	grasienta, adhesiva	0,45 MPa	80 %	0,71 MPa	0,54 MPa
V10	ligeramente grasienta y adhesiva	0,66 MPa	145 %	0,81 MPa	0,56 MPa
V11	(líquida)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Z3	seca	0,59 MPa	128 %	0,79 MPa	0,55 MPa
Z4	seca	0,51 MPa	77 %	0,87 MPa	0,62 MPa
Z5	seca	0,63 MPa	141 %	0,77 MPa	0,55 MPa
Z6	seca	0,61 MPa	134 %	0,74 MPa	0,55 MPa
Z7	seca	0,59 MPa	105 %	0,92 MPa	0,60 MPa
Z8	seca	0,60 MPa	129 %	0,80 MPa	0,53 MPa
Z9	seca	0,65 MPa	137 %	0,84 MPa	0,57 MPa
Z10	seca	0,62 MPa	122 %	0,84 MPa	0,57 MPa
Z11	seca	0,54 MPa	100 %	0,81 MPa	0,58 MPa
"n.d. representa "no determinado" (que no puede medirse)					

Composiciones Z12 a Z14 y comparaciones V12 a V13:

En una mezcladora planetaria se mezclaron 36,2 g de polímero STP-2, 60,2 g de creta molida (Omyacarb® 5 GU, de Omya), 1,2 g de pasta tixotrópica, cuya preparación se describe a continuación, 1,2 g de viniltrietoxisilano, 1,2 g de 3-aminopropiltrietoxisilano así como distintos catalizadores en la cantidad indicada de acuerdo con la tabla 5 y la mezcla se sometió a prueba, tal como se ha descrito para la composición Z1, para determinar la viscosidad, tiempo de formación de película (HBZ), calidad de la superficie y propiedades mecánicas. Los resultados están reproducidos en la tabla 5. "Comp." representa "composición".

La pasta tixotrópica se preparó disponiéndose en una mezcladora de vacío 300 g de ftalato de diisodecilo (Palatinol® Z, de BASF) y 48 g de 4,4'-metilendifenildiisocianato (Desmodur® 44 MC L, de Bayer) y calentándose ligeramente y a continuación añadiéndose gota a gota lentamente con fuerte agitación 27 g de n-butilamina. La pasta producida se continuó agitando a vacío y con enfriamiento durante una hora.

Tabla 5:

Comp.	Catalizador	Cantidad	Concentración[1]	HBZ	Superficie tras 24 h	Resistencia a la tracción	Alargamiento de rotura	Módulo E [MPa]	
								0-5 %	0-100 %
V12	DBU	0,40 g	2,6	83’	grasienta	2.5MPa	155 %	4,0	2,0
V13	DBU IBAY	0,20 g 0,59 g	1,3 1,3	63’	ligeramente grasienta	2,2 MPa	184 %	3,6	1,8
Z12	K-2	1,22 g	2,6	57’	seca	3,1 MPa	167 %	5,0	2,5
Z13	K-4	3,12 g	2,6	65’	seca	2,3 MPa	148 %	3,8	1,9
Z14	K-2 IBAY	0,61 g 0,59 g	1,3 1,3	57’	seca	2,2 MPa	196 %	4,7	1,9

[1] mmol de grupos amidina o guanidina o átomos de metal por 100 g de composición.

ES 2 898 665 T3

Composiciones Z15 a Z16 y comparaciones V14 a V15:

Una composición de 98 g de poliéter que contiene grupos silano MS Polymer™ S203H (de Kaneka) y 2 g de 3-aminopropiltrimetoxisilano se mezcló con distintos catalizadores en la cantidad indicada de acuerdo con la tabla 6 y se sometió a prueba la mezcla tal como se ha descrito para determinar el tiempo de formación de película (HBZ) y la calidad de superficie tras 7 días en el clima normalizado. Los resultados están reproducidos en la tabla 6. "Comp." representa "composición".

Tabla 6:

Comp.	Catalizador	Cantidad	Concentración[1]	HBZ	Superficie tras 7 d
V14	DBU	3,65 g	24	>12 h	grasienta y adhesiva
V15	DBTDL	1,52 g	2,4	71'	seca
Z15	K-2	11,29 g	24	4 h 45'	casi seca
Z16	DBTDL K-2	1,52 g 1,88 g	2,4 4	54'	seca
[1] mmol de grupos amidina o guanidina o átomos de metal por 100 g de poliéter que contiene grupos silano.					

Composiciones Z17 a Z18 y comparaciones V16 a V18:

Una composición de 96,5 g de poliéter que contiene grupos silano TEGOPAC® Bond 150 (de Evonik), 0,5 g de viniltrietoxisilano y 3,0 g de 3-aminopropiltrietoxisilano se mezcló con distintos catalizadores en la cantidad indicada de acuerdo con la tabla 7 y se sometió a prueba la mezcla tal como se ha descrito para determinar el tiempo de formación de película (HBZ) y la calidad de superficie tras 7 días en el clima normalizado. Los resultados están reproducidos en la tabla 7. "Comp." representa "composición".

Tabla 7:

Comp.	Catalizador	Cantidad	Concentración[1]	HBZ	Superficie tras 7 d
V16	DBU	2,28 g	15	4 h 20'	grasienta
V17	DBTDL	0,79 g	1,25	1 h 45'	seca
V18	IBAY	7,25 g	15	2 h	blanda y adhesiva
V19	DBU IBAY	4,93 g 2,40 g	5 5	3 h	adhesiva
Z17	K-2	6,25 g	14,7	1 h	casi seca
Z18	K-2 IBAY	2,10 g 2,40 g	5 5	2 h 50'	seca
[1] mmol de grupos amidina o guanidina o bien átomos de metal por 100 g de poliéter que contiene grupos silano.					

Composiciones Z19 y comparaciones V20 a V22

En un matraz redondo se mezclaron 71.1 g de un polidimetilsiloxano lineal con OH terminal con una viscosidad de aprox. 50.000 mPas a 23 °C (Wacker® Silicone Rubber Polymer FD 50, de Wacker) con 2,6 g de vinil-tris(metiletilcetoximo)silano y se agitaron durante 15 minutos a vacío. En el polidimetilsiloxano así obtenido con grupos terminales vinil-bis(metiletilcetoximo)sililo se introdujeron mediante agitación 26,3 g de polidimetilsiloxano con trimetilsililo terminal (aceite de silicona Wacker® AK 100, de Wacker). Esta mezcla se mezcló con distintos catalizadores de acuerdo con la siguiente tabla 8 y se sometió a prueba tal como se describe para la composición Z1 para determinar la viscosidad, tiempo de formación de película (HBZ), calidad de la superficie así como propiedades mecánicas.

Los resultados están reproducidos en la tabla 8 y 9. "Comp." representa "composición".

Tabla 8:

Comp.	Catalizador	Cantidad	Concentración[1]	Viscosidad [Pa·s]			HBZ	
				fresco	almacenado[2]	Aumento	fresco	almacenado[2]
V20	DBU	0,04 g	0,4	18,2	15,9	-13 %	10'	12'
V21	TMG	0,03 g	0,4	17,4	16,5	-5 %	23'	27'
V22	IBAY	0,13 g	0,4	19,7	19,9	1 %	27'	47'
Z19	K-2	0,13 g	0,4	17,9	16,2	-10 %	14'	16'
[1] mmol de grupos amidina o guanidina o átomos de metal con respecto a 100 g de polímeros de cetoximato-polidimetilsiloxano. [2] durante 7 días a 70 °C en recipiente cerrado.								

Tabla 9:

Comp.	Superficie tras 24 h	Resistencia a la tracción	Alargamiento de rotura	Módulo de elasticidad	
				0-5 %	0-50 %
V20	seca	0,22 MPa	135 %	0,17 MPa	0,13 MPa
V21	seca	0,15 MPa	86 %	0,17 MPa	0,16 MPa
V22	seca	0,25 MPa	116 %	0,17 MPa	0,18 MPa
Z19	seca	0,26 MPa	282 %	0,19 MPa	0,17 MPa

Composiciones Z20 a Z21 y comparaciones V23 a V24

En un vaso de plástico se mezclaron profundamente 20,2 g de un primer componente que está constituido por 99 partes en peso (GT) de un polidimetilsiloxano lineal con OH terminal con una viscosidad de aprox. 50.000 mPas a 23 °C (Wacker® Silicone Rubber Polymer FD 50, de Wacker) y 1 GT de emulsión de aceite de silicona Wacker® E 2 (polidimetilsiloxano lineal con OH terminal de viscosidad media emulsionado de manera no iónica en agua, de Wacker; contenido en sólidos 37-40 %) con un segundo componente que está constituido por 0,80 g de viniltrimetoxisilano y un catalizador del tipo y cantidad indicados en la tabla 10 y se sometió a prueba la mezcla tal como se describe para la composición Z1 para determinar el tiempo de formación de película (HBZ) y la calidad de superficie. Además se sometió a prueba la mezcla aplicada tras 7 días en el clima normalizado para determinar la dureza Shore A. Los resultados están reproducidos en la tabla 10. "Comp." representa "composición".

Tabla 10:

Comp.	Catalizador	Cantidad	Concentración [1]	HBZ	Superficie tras 24 h	Shore A tras 7 d
V23	DBU	0,06 g	2,0	55'	seca	3
V24	IBAY	0,48 g	5,0	40'	seca	<2
Z20	K-2	0,17 g	2,0	12'	seca	6
Z21	K-5	0,14 g	2,0	30'	seca	5
[1] mmol de grupos amidina o guanidina o átomos de metal por 100 g de composición.						

Composición Z22 (preparación in situ del catalizador):

Una composición de 30,0 g de polímero STP-1, 0,15 g de viniltrimetoxisilano y 1,2 g de 3-glicidoxipropiltrimetoxisilano se mezcló con exclusión de la humedad con 0,8 g de polioxipropilendiamina con un peso molecular promedio de aprox. 430 g/mol (Jeffamine® D-400 de Huntsman, contenido en amina de aprox. 4,4 meq/g) y 0,4 g de N,N'-diisopropilcarbodiimida, la mezcla se introdujo en un tubo de aluminio lacado en el interior y se calentó en un horno hasta 80 °C. Tras los intervalos temporales indicados en la tabla 11 se sometió a prueba la mezcla para determinar el tiempo de formación de película (HBZ) en el clima normalizado así como para determinar la conversión de la carbodiimida (por medio de reducción de la intensidad de la banda de carbodiimida en aprox. 2120 cm^{-1} en FT-IR, intensidad con respecto a inicio = 0 % de conversión, ninguna banda puede detectarse ya = 100 % de conversión). Los resultados están reproducidos en la tabla 11.

Tabla 11:

Tiempo	HBZ	Conversión de carbodiimida
0 h	> 9 h	0 %
2 h	3 h 05'	21 %
4 h	1 h 05'	39 %
6 h	52'	64 %
26 h	43'	100 %

Composición Z23 (preparación in situ del catalizador):

La preparación in situ del catalizador de composición Z22 se repitió, omitiéndose sin embargo el 3-glicidoxipropiltrimetoxisilano. Los resultados están reproducidos en la tabla 12.

Tabla 12:

Tiempo	HBZ	Conversión de carbodiimida
0 h	7 h	0 %
2 h	2 h 20'	20 %
4 h	50'	51 %

(continuación)

Tiempo	HBZ	Conversión de carbodiimida
6 h	32'	69 %
26 h	26'	100 %

Composiciones Z24 a Z25 y comparaciones V25 y V26:

Una composición de 96,0 g de poliéter que contiene grupos silano, o bien GENIOSIL® STP-E 15 (de Wacker) o Desmoseal® S XP 2821 (de Bayer), 0,35 g de viniltrimetoxisilano y 3,72 g de 3-aminopropiltrimetoxisilano se mezcló con distintos catalizadores en la cantidad indicada de acuerdo con la tabla 13 y se sometió a prueba la mezcla tal como se ha descrito para la composición Z1. Los resultados están reproducidos en la tabla 13. "Comp." representa "composición".

Tabla 13:

Comp.	Polímero	Catalizador, Cantidad	Concentración[1]	HBZ	Superficie tras 24 h	Resistencia a la tracción	Alargamiento de rotura	Módulo E 0-5 %
V25	E-15[2]	DBU, 0,28 g	1,8	60’	grasienta	0,72 MPa	48 %	1,84 MPa
Z24	E-15[2]	K-2, 0,78 g	1,7	13’	seca	0,79 MPa	54 %	1,83 MPa
V26	2821[3]	DBU, 0,28 g	1,8	55’	seca	0,85 MPa	28 %	3,2 MPa
Z25	2821[3]	K-2, 0,78 g	1,7	40’	seca	0,92 MPa	29 %	3,2 MPa

[1] mmol de grupos amidina o guanidina por 100 g de poliéter que contiene grupos silano.
[2] GENIOSIL® STP-E 15 (de Wacker); [3] Desmoseal® S XP 2821 (de Bayer)

ES 2 898 665 T3

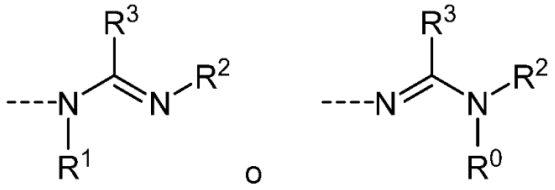
REIVINDICACIONES

1. Catalizador de fórmula (I),

$$A\text{-}[\text{-}Z]_n \qquad (I)$$

donde

n representa 1 o 2 o 3,
A representa un resto polioxialquileno de la poliadición de oxiranos, en particular óxido de etileno y/u óxido de 1,2-propileno y/u óxido de 1,2-butileno a moléculas iniciadoras con dos átomos de hidrógeno activos, en particular agua, glicoles tal como 1,2-etanodiol, 1,2- o 1,3-propanodiol, 2-metil-1,3-propanodiol, 1,2- o 1,3- o 1,4-butanodiol, 1,3- o 1,5-pentanodiol, 3-metil-1,5-pentanodiol, 1,2- o 2,5- o 1,6-hexanodiol, neopentilglicol, dietilenglicol, trietilenglicol, polietilenglicoles, dipropilenglicol, tripropilenglicol, polipropilenglicoles o poli(tetrametileneter)glicoles o un resto poli(oxitetrametileno) de la polimerización con apertura de anillo de tetrahidrofurano, que dado el caso presenta proporciones de otras unidades de oxialquileno tal como en particular unidades de 1,2-oxi-propileno o de oxibutileno; o representa un resto de un compuesto polioxialquilado de la poliadición de óxido de etileno y/u óxido de 1,2-propileno y/u óxido de 1,2-butileno a moléculas iniciadoras con de uno a tres átomos de hidrógeno activos seleccionadas de metanol, etanol, isopropanol, butanol, 2-etilhexanol, alcohol laurílico, alcohol estearílico, mezclas de alcoholes grasos de grasas naturales, fenol, alquilfenoles, dioles, difenoles y trioles, donde A presenta un peso molecular en el intervalo de 200 a 5000 g/mol, y dado el caso presenta uno o dos grupos amino primarios o secundarios terminales o grupos hidroxilo, y
Z representa un resto de fórmula



donde

R^1 y R^0 independientemente entre sí en cada caso representa hidrógeno o representa un resto alquilo o cicloalquilo o aralquilo con 1 a 8 átomos de C,
R^2 representa hidrógeno o representa un resto alquilo, cicloalquilo o aralquilo con 1 a 18 átomos de C, que dado el caso contiene heteroátomos y que dado el caso presenta grupos amino primarios o secundarios terminales,
R^3 representa $-NR^4R^5$ o representa hidrógeno o representa un resto alquilo, cicloalquilo o aralquilo con 1 a 12 átomos de C, R^4 y R^5 independientemente entre sí en cada caso representa hidrógeno o representa un resto alquilo, cicloalquilo o aralquilo con 1 a 18 átomos de C, que contiene dado el caso heteroátomos,
donde
R^1 y R^2 también juntos pueden representar un resto alquileno con 2 a 6 átomos de C,
R^2 y R^0 también juntos pueden representar un resto alquileno con 3 a 6 átomos de C, que dado el caso contiene heteroátomos, R^2 y R^3 también juntos pueden representar un resto alquileno con 3 a 6 átomos de C,
R^4 y R^5 también juntos pueden representar un resto alquileno con 4 a 7 átomos de C, que dado el caso contiene heteroátomos, y
R^2 y R^5 también juntos pueden representar un resto alquileno con 2 a 12 átomos de C;
donde el catalizador de fórmula (I) no contiene ningún átomo de nitrógeno, que está unido directamente a un anillo aromático o es parte de un sistema de anillo heteroaromático.

2. Catalizador según la reivindicación 1, **caracterizado por que** A representa un resto polioxipropileno, dado el caso con proporciones de otras unidades de oxialquileno, o representa un resto poli(oxitetrametileno), dado el caso con proporciones de unidades de 1,2-oxipropileno, o representa un resto de mono- a trivalente de un compuesto polioxialquilado de la poliadición de óxido de 1,2-propileno a moléculas iniciadoras seleccionado del grupo que está constituido por alcoholes, alcoholes grasos, alquilfenoles, dioles y trioles.

3. Catalizador según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** R^3 representa $-NR^4R^5$,
R^4 representa hidrógeno,
R^2 y R^5 independientemente entre sí en cada caso representa un resto alquilo, cicloalquilo o aralquilo con 1 a 18 átomos de C, que dado el caso contiene heteroátomos, y
R^1 representa hidrógeno.

4. Catalizador según la reivindicación 3, **caracterizado por que** R^2 y R^5 independientemente entre sí en cada caso

representa etilo, isopropilo, *terc*-butilo, 3-(dimetilamino)propilo o ciclohexilo.

5. Procedimiento para la producción de un catalizador según una de las reivindicaciones 1 o 2 mediante la reacción de al menos una polieteramina con al menos un reactivo para la introducción de un grupo amidina o guanidina seleccionado del grupo que está constituido por ortoésteres, 1,3-cetoésteres, 1,3-cetoamidas, nitrilos, ésteres de imidoácido, cloruros de imidoácido, amidas, lactamas, cianamida, carbodiimidas, ureas, O-alquilisoureas, tioureas, S-alquilisotioureas, ácidos aminoiminometanosulfónicos, guanilpirazoles y guanidinas.

6. Uso de un catalizador según una de las reivindicaciones 1 a 4 en una composición que puede curarse como catalizador de reticulación.

7. Uso según la reivindicación 6, caracterizado por que la composición que puede curarse representa un adhesivo, un sellante o un revestimiento.

8. Composición que puede curarse que comprende al menos un catalizador según una de las reivindicaciones 1 a 4.

9. Composición que puede curarse según la reivindicación 8, **caracterizada por que** esta contiene al menos un polímero que contiene grupos silano.

10. Composición que puede curarse según la reivindicación 9, **caracterizada por que** el polímero que contiene grupos silano es una poliolefina que contiene grupos silano o un poliéster que contiene grupos silano o un poli(met)acrilato que contiene grupos silano o un poliéter que contiene grupos silano o una forma mixta de estos polímeros.

11. Composición que puede curarse según una de las reivindicaciones 8 a 10, **caracterizada por que** está contenido adicionalmente al menos un organotitanato.

12. Composición endurecida, obtenida a partir de una composición que puede curarse según una de las reivindicaciones 8 a 11 tras su curado.