

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 714 429**

51 Int. Cl.:

**C08G 18/10** (2006.01)

**C08G 18/48** (2006.01)

**C08J 9/14** (2006.01)

**A61L 15/26** (2006.01)

**A61L 15/42** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **25.09.2012 PCT/EP2012/068833**

87 Fecha y número de publicación internacional: **04.04.2013 WO13045422**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.09.2012 E 12762599 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.12.2018 EP 2760901**

54 Título: **Prepolímero terminado en alfa-alcoxisilano para espumas para pulverización de endurecimiento rápido con solubilidad de gas propelente mejorada**

30 Prioridad:

**29.09.2011 EP 11183214**

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

**28.05.2019**

73 Titular/es:

**COVESTRO DEUTSCHLAND AG (100.0%)  
Kaiser-Wilhelm-Allee 60  
51373 Leverkusen, DE**

72 Inventor/es:

**SCHÖNBERGER, JAN**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

ES 2 714 429 T3

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

## DESCRIPCIÓN

Prepolímero terminado en alfa-alcoxisilano para espumas para pulverización de endurecimiento rápido con solubilidad de gas propelente mejorada

5 La presente invención se refiere a un prepolímero terminado en  $\alpha$ -alcoxisilano, que puede prepararse mediante reacción de al menos un polieterpoliol, de un poliisocianato y de un  $\alpha$ -alcoxisilano, que presenta al menos un grupo reactivo de isocianato. Otros objetos de la invención son un procedimiento para la preparación de un prepolímero terminado en  $\alpha$ -alcoxisilano de acuerdo con la invención, una composición, un sistema multicomponente y un bote presurizado que contiene un prepolímero terminado en  $\alpha$ -alcoxisilano de acuerdo con la invención así como un cuerpo moldeado que puede obtenerse mediante polimerización a partir de un prepolímero terminado en  $\alpha$ -alcoxisilano de acuerdo con la invención.

10 Las composiciones pulverizables son conocidas por el estado de la técnica. De este modo existen espumas de montaje pulverizables que se emplean para rellenar espacios huecos por ejemplo en el sector de la construcción. Estas se emplean en particular para rellenar hendiduras y espacios huecos entre marcos de ventana y marcos de puerta y la mampostería circundante y se caracterizan por unas propiedades aislantes frente a la humedad adecuadas así como propiedades de aislamiento térmico adecuadas. Otros campos de aplicación de composiciones pulverizables de este tipo son el uso para el aislamiento de conductos o la espumación de espacios huecos en aparatos técnicos.

15 Normalmente, en el caso de estas espumas de montaje mencionadas anteriormente se trata de espumas de poliuretano (espumas de PU). Las composiciones en las que se basan estas espumas se componen de prepolímeros no reticulados, que disponen de un alto número de grupos isocianato libres. Los grupos isocianato libres son muy reactivos y pueden reaccionar entre sí ya a la temperatura del entorno normal bajo la influencia de agua o humedad y construir una red polimérica a partir de los prepolímeros. Junto a la humedad del aire, también los alcoholes con dos o más grupos OH, tioles correspondientes así como aminas primarias o secundarias así como mezclas de los mismos sirven como posibles componentes de reacción para los isocianatos antes designados. Con especial frecuencia se usan para ello polioles. En el caso de la reacción con polioles o agua se generan unidades de uretano o urea, que debido a su capacidad para la formación de enlaces de puente de hidrógeno pueden formar estructuras parcialmente cristalinas en la espuma endurecida. Con ello se aumenta la dureza de las espumas así como su resistencia a la presión y resistencia a la rotura.

20 Las composiciones se cargan con frecuencia en botes presurizados y se dotan de un agente espumante que facilita la espumación de los prepolímeros al esparcirse desde el bote presurizado. Además, los grupos isocianato del prepolímero reaccionan con la humedad del aire, disociándose dióxido de carbono que, asimismo, contribuye a la espumación. En esta reacción los grupos isocianato implicados se convierten en aminas que, por su parte, pueden reaccionar con otros grupos isocianato con la formación de una red polimérica, es decir, en otras palabras, no se pierde la reacción de reticulación.

25 Las composiciones de poliuretano pueden prepararse como espumas de 1C o también como espumas de dos componentes (2C). Mientras que las espumas de 1C solo endurecen mediante la influencia de la humedad del aire, en las espumas de 2C se conservan por separado entre sí un poliisocianato y un polioliol y se mezclan solo inmediatamente antes de esparcirse. El proceso de mezclado tiene lugar en este sentido o bien en el cuerpo de presión del bote presurizado, cuyo contenido tiene que aplicarse entonces ininterrumpidamente por completo, dado que la reacción de polimerización tiene lugar independientemente de si la espuma se esparce o no. Tales sistemas se denominan por lo tanto con frecuencia también espumas de 1,5C.

30 Otra posibilidad consiste en usar un bote presurizado de dos cámaras, en el que los dos componentes se mezclan entre sí solo en la zona de la válvula de salida. La ventaja principal de las espumas de 2C frente a las espumas de 1C consiste en la reacción de endurecimiento considerablemente más rápida, dado que esta también tiene lugar en ausencia de humedad del aire. Por el contrario, la velocidad de endurecimiento en las espumas de 1C se debe a la humedad del aire así como también a la velocidad de difusión de la humedad del aire en el material espumado.

35 Las composiciones mencionadas anteriormente contienen normalmente además de los componentes de prepolímero también otras sustancias auxiliares, tales como por ejemplo estabilizadores de espuma así como catalizadores que acelerarán la reacción de reticulación. Para estos últimos se usan en primer lugar compuestos orgánicos de titanio o estaño, tales como por ejemplo dilaurato de dibutilestaño.

40 Las espumas de poliuretano designadas anteriormente tienen en estado endurecido buenas propiedades mecánicas y de aislamiento térmico y se adhieren muy adecuadamente a la mayoría de los sustratos.

No obstante, las espumas de poliuretano designadas anteriormente pueden contener también diisocianatos monoméricos, lo que se desea en el caso de un uso de las espumas para el tratamiento de heridas.

45 Para reducir el peligro potencial de las espumas para pulverización mencionadas anteriormente, en el documento DE 43 03 848 A1 se describen prepolímeros que no incluyen isocianatos monoméricos o en todo caso presentan

solo concentraciones bajas de estos compuestos. En este caso existe sin embargo un cierto riesgo de que el prepolímero pueda presentar aún grupos isocianato libres, lo que a su vez es indeseado para aplicaciones médicas.

5 Por los motivos mencionados anteriormente, se desarrollaron en los últimos años composiciones espumables polimerizables, que no endurecen a través de grupos isocianato libres. De este modo, por ejemplo por el documento US 6020389 A1 se conocen espumas de silicona que contienen prepolímeros de silicona terminados en alcoxi, aciloxi u oximo. Estos compuestos polimerizan a través de una reacción de condensación de grupos siloxano. En estos compuestos es desventajoso su largo tiempo de endurecimiento, dado que estos, tal como también las espumas para pulverización de poliuretano de 1C, dependen de la humedad del aire para la reacción de polimerización. En particular en el caso de capas espumadas más gruesas, la reacción completa necesita, de manera correspondiente, mucho tiempo. Esto no solo es poco cómodo, sino también en este sentido problemático, porque la estructura de espuma formada mediante la pulverización colapsa de nuevo en parte antes de poder desarrollar una resistencia propia suficiente mediante la reacción de polimerización progresiva.

10 Por el documento WO 00/04069 se conocen prepolímeros de poliuretano terminados en alcoxisilano. Estos prepolímeros tienen una estructura principal de poliuretano convencional, también denominada "*backbone*", que se obtiene de manera en sí conocida mediante reacción de isocianatos difuncionales con polioles. Mediante el uso de un exceso de isocianatos polifuncionales se consigue que los grupos finales respectivos de las cadenas de prepolímero tengan grupos isocianato libres. Estos prepolímeros terminados en isocianato se hacen reaccionar entonces en una etapa de reacción adicional con un aminoalquiltrialcoxisilano para dar los prepolímeros de poliuretano terminados en alcoxisilano deseados. En particular, para ello se usa aminopropiltrimetoxisilano. El prepolímero obtenido a partir de ello porta grupos terminales terminados en trimetoxisilano, que están acoplados a través de un espaciador de propileno a la estructura principal de poliuretano. Debido al grupo propileno entre el átomo de silicio y la estructura principal de poliuretano, tales silanos se denominan también  $\gamma$ -silanos.

15 En la reacción de endurecimiento, los  $\gamma$ -silanos reaccionan bajo la acción de agua con escisión de alcohol y forman en este sentido redes de Si-O-Si, mediante lo cual endurece el prepolímero. Aun cuando los  $\gamma$ -silanos, desde el punto de vista toxicológico son más inocuos que los prepolímeros de poliuretano terminados en isocianato, tienen sin embargo la desventaja de que la reacción de endurecimiento transcurre de manera relativamente lenta. Esta desventaja puede compensarse solo en parte porque a las composiciones a base de  $\gamma$ -silano se añaden grandes cantidades de catalizadores de reticulación, tal como por ejemplo el dilaurato de dibutilestaño usado también para los prepolímeros de poliuretano. Esto repercute sin embargo en parte de manera desventajosa en la estabilidad en almacenamiento de tales composiciones.

20 Dado que tampoco mayores cantidades de catalizador de reticulación pueden compensar por completo la inercia de reacción de los  $\gamma$ -silanos, se investigaron tipos de compuestos reactivos. Estos son conocidos por ejemplo por el documento WO 02/066532 A1. También en el caso de los prepolímeros que se describen en el presente documento se trata de prepolímeros de poliuretano terminados en silano. La diferencia esencial con los  $\gamma$ -silanos descritos anteriormente consiste en que entre la estructura principal de poliuretano y el átomo de silicio, en lugar del grupo propileno está insertado un espaciador de metileno. Debido a esto, estos silanos se denominan también  $\alpha$ -silanos. La distancia más corta del átomo de silicio al grupo urea fuertemente polar de la estructura principal de poliuretano aumenta la reactividad de los grupos alcoxi que se encuentran en el átomo de silicio (efecto a), de modo que la hidrólisis de los grupos alcoxisilano y la posterior reacción de condensación transcurre con una velocidad considerablemente aumentada.

25 En los  $\alpha$ -silanos como en los  $\gamma$ -silanos es sin embargo desventajoso que la preparación de espuma pulverizables a partir de estos prepolímeros es extraordinariamente difícil. En particular la provisión de una espuma para pulverización que puede cargarse en botes presurizados, que generarán una estructura de poro más suelta con gran volumen de poro, es difícil de realizar. El motivo de ello es que en la reacción de reticulación, en contraposición a las espumas de poliuretano, con la acción del agua, no se genera ningún producto de reacción gaseoso (tal como CO<sub>2</sub> en la espuma de poliuretano), sino que se escinden alcoholes, tales como por ejemplo metanol o etanol. Estos compuestos, sin embargo, en contraposición a un producto de reacción gaseoso, no pueden mostrar efectos de espumación, de modo que una espuma pulverizada a partir de un bote presurizado colapsa fuertemente en sí hasta el endurecimiento. Este efecto puede contrarrestarse solo en cierta medida también con el uso de estabilizadores de espuma.

30 Este problema se trata en el documento EP 1 829 908 A1, en el que se propone un sistema a base de prepolímero de silano de 2C. En este sentido, en un primer componente se usa el prepolímero de silano, tal como por ejemplo un prepolímero de poliuretano terminado en silano, dilaurato de dibutilestaño como catalizador así como mayores cantidades de carbonato de calcio. El segundo componente se compone de una solución acuosa de ácido cítrico altamente concentrada. Para la espumación de esta espuma de 2C se mezclan entre sí los dos componentes y se esparcen a través de un aplicador pulverizador en el sitio deseado. A este respecto, el agua contenida en el segundo componente provoca la reacción de reticulación del prepolímero de silano, en donde el carbonato de calcio bajo la acción de la solución de ácido cítrico altamente concentrado libera CO<sub>2</sub>. El dióxido de carbono provoca, tal como se conoce por los prepolímeros de poliuretano, una espumación de la mezcla de prepolímero esparcida.

En este sistema es desventajoso sin embargo que la solución de ácido cítrico altamente concentrada tenga un valor de pH de aproximadamente 1-2 y debido a esto muestran propiedades corrosivas o al menos irritantes. En particular, en la pulverización a partir de botes presurizados puede producirse la formación de aerosol, mediante lo cual se irritan los ojos, la piel y en particular también las vías respiratorias del usuario. Además, el potencial irritante o corrosivo del ácido cítrico limita considerablemente el ámbito de aplicación de las composiciones. De este modo es por ejemplo inconcebible aplicar tales composiciones en el campo de la medicina como apósito para heridas pulverizable directamente sobre la piel, en particular en un sitio de la piel lesionado o una parte del cuerpo lesionada.

Un problema conocido adicional en la pulverización de espumas reticuladas con silano espumas consiste en que, durante el endurecimiento de la espuma pueden formarse fisuras en la estructura de espuma. La formación de fisuras, según la publicación "Silane-Crosslinking High-Performance Spray Foams, Barbara Poggenklas, Heinrich Sommer, Volker Stanjek, Richard Weidner, Johann Weis, Organosilicon Chemistry VI: From Molecules to Materials, [European Silicon Days], Múnich, DE, 11-12 de septiembre de 2003" puede atribuirse a la rápida difusión del gas propelente a partir de la espuma de silano aún reciente. Para la reducción de la velocidad de difusión es más adecuado un gas propelente menos polar, tal como propano/butano, aunque este se disuelve solo escasamente en los prepolímeros terminados en silano conocidos. La solubilidad en gas propelente insuficiente repercute a su vez de manera desventajosa en el comportamiento de espumación. Para contrarrestar este problema, se propone en esta publicación incorporar en del 5 al 10 % de los grupos terminales de los prepolímeros terminados en  $\alpha$ -silano cadenas de alquilo largas, es decir, grupos no polares, para mejorar la solubilidad del agente espumante no polar en el polímero. No obstante no se dan datos concretos de qué solubilidades pueden conseguirse para gas propelente no polar mediante estas medidas. Independientemente de esto, mediante la introducción de cadenas de alquilo largas pueden aparecer cambios indeseados en las propiedades en los prepolímeros terminados en silano y las espumas que pueden obtenerse a partir de los mismos, tal como por ejemplo un aumento claro de la dureza de la espuma. Esto no se deseable en todos los campos de aplicación.

El documento WO 04/104078 A1 trata asimismo el problema descrito anteriormente de la formación de fisuras en espumas para pulverización reticulables con silano y, relacionado con ello, la solubilidad limitada de gases propelentes no polares en prepolímeros terminados en  $\alpha$ -silano. Para mejorar la solubilidad de gases propelentes no polares, se propone también en este caso una modificación del 5 al 10 % de los grupos terminales de los prepolímeros terminados en  $\alpha$ -silano mediante cadenas de alquilo largas. De esto pueden aparecer, tal como ya se expuso anteriormente, cambios indeseados en las propiedades de los prepolímeros y las espumas que resultan de los mismos. Para la formación de los prepolímeros terminados en  $\alpha$ -silano se emplean polieterpolioles de cadena corta de una masa molar < 450 g/mol. El uso de tales polioles lleva a espumas duras que solo pueden emplearse para un campo de aplicación muy limitado.

En este contexto, el objetivo de la presente invención consiste en proporcionar un prepolímero terminado en  $\alpha$ -alcoxisilano, a partir del que pueden producirse espumas para pulverización, que endurecen rápidamente, presentan una estructura muy porosa con un volumen de poros alto así como, en general, propiedades mecánicas adecuadas. Asimismo, el prepolímero o una espuma para pulverización que puede obtenerse a partir de este prepolímero cubrirán un campo de aplicación más amplio.

Este objetivo se consigue mediante un prepolímero terminado en  $\alpha$ -alcoxisilano del tipo mencionado al principio, en el que el polieterpoliol presenta una media en peso de 500 a 7000 g/mol, comprende unidades de óxido de propileno, y presenta un porcentaje de unidades de óxido de etileno del 0 al 50 % en peso con respecto al polieterpoliol. Un prepolímero de este tipo es adecuado en particular para su uso en composiciones espumables, libres de isocianato que, a su vez, pueden emplearse en especial para aplicaciones médicas tales como apósitos para heridas espumables.

Una forma de realización preferida de la invención comprende un prepolímero terminado en  $\alpha$ -alcoxisilano del tipo mencionado al principio, en el que el polieterpoliol presenta una media en peso de 500 a 7000 g/mol y Unidades de óxido de etileno y de óxido de propileno, ascendiendo el porcentaje de unidades de óxido de etileno hasta el 50 % en peso con respecto al polieterpoliol.

De acuerdo con la invención está previsto que el prepolímero terminado en  $\alpha$ -alcoxisilano presente grupos  $\alpha$ -silano. Por esto se entiende que los prepolímeros, en la media aritmética, presentan al menos un grupo  $\alpha$ -silano por molécula de prepolímero. Sin embargo puede estar igualmente previsto que el prepolímero terminado en alcoxisilano contenido en la composición de acuerdo con la invención presente exclusivamente grupos  $\alpha$ -silano.

Por un grupo  $\alpha$ -silano se entiende, tal como se expuso ya anteriormente, que entre el átomo de silicio y la estructura principal de polímero está presente un espaciador de metileno. Tales silanos se caracterizan por una reactividad particular con respecto a la reacción de condensación. Debido a esto, en el contexto de la presente invención es posible prescindir por completo del empleo de catalizadores de reticulación a base de metal pesado tales como titanatos orgánicos o compuestos de estaño(IV) orgánicos. Esto es ventajoso en particular en campos de aplicación médicos para la composición de acuerdo con la invención.

Por grupos reactivos con isocianato se entienden grupos funcionales que pueden reaccionar con grupos isocianato con escisión de hidrógeno. Preferentemente, en el caso de los grupos reactivos con isocianato se trata de grupos OH, SH y/o amina.

5 Sorprendentemente se ha comprobado que en un prepolímero terminado en  $\alpha$ -alcoxisilano del tipo mencionado anteriormente, se disuelven agentes espumantes no polares, tales como alcanos o alquenos, en particular mezclas técnicamente significativas de propano/butano en gran medida. Con ello es posible proporcionar, a partir de estos prepolímeros composiciones de espuma reactivas de 1C o 2C que pueden cargarse en botes presurizados. Estos pueden espumarse para dar espumas de poros finos y muy porosas, endureciendo las composiciones de espuma de 10 1C a través de la acción de la humedad del aire, mientras que las composiciones de 2C contienen un componente endurecedor (en el caso más sencillo un disolvente prático tal como agua o un alcohol) y de esta manera se llevan a la polimerización.

15 Tales composiciones de espuma de 2C pueden cargarse en un bote presurizado de dos cámaras y de múltiples cámaras y espumarse con ayuda de gases propelentes. En un bote presurizado de este tipo, los dos componentes de la composición de acuerdo con la invención se encuentran separados entre sí hasta inmediatamente antes de la espumación, de modo que sería necesaria una buena estabilidad en almacenamiento también sin la adición de captadores de agua u otros estabilizadores. Al esparcirse la composición de 2C a partir del bote presurizado, su mezclado tiene lugar convenientemente en las proximidades de la válvula de salida. La mezcla generada a este respecto a partir de primer y segundo componente se espuma directamente el gas propelente contenido además en la misma después de abandonar el bote presurizado.

20 Para la preparación del prepolímero terminado en  $\alpha$ -alcoxisilano de acuerdo con la invención son adecuados en principio los poliisocianatos aromáticos, aralifáticos, alifáticos o cicloalifáticos en sí conocidos por el experto de una funcionalidad NCO de  $\geq 2$ . Ejemplos de poliisocianatos de este tipo son 1,4-butilendiisocianato, 1,6-hexametilendiisocianato (HDI), isoforondiisocianato (IPDI), 2,2,4 y/o 2,4,4-trimetilhexametildiisocianato, los bis(4,4'-isocianatociclohexil)metanos isoméricos o sus mezclas de cualquier contenido isomérico, 1,4-ciclohexilendiisocianato, 1,4-fenilendiisocianato, 2,4- y/o 2,6-tolulendiisocianato, 1,5-naftalenodiisocianato, 2,2'-y/o 2,4'- y/o 4,4'-difenilmetandiisocianato, 1,3- y/o 1,4-bis-(2-isocianato-prop-2-il)-benceno (TMXDI), 1,3-bis(isocianatometil)benceno (XDI), 2,6-diisocianatohexanoato de alquilo (lisindiisocianatos) con grupos alquilo C1-C8, así como 4-isocianatometil-1,8-octandiisocianato (nonantriisocianato) y trifenilmetan-4,4',4"-triisocianato.

30 Además de los poliisocianatos mencionados anteriormente, pueden emplearse conjuntamente de manera proporcionar también diisocianatos o triisocianatos modificados con estructura de uretdiona, isocianurato, uretano, alofanato, biuret, iminooxadiazindiona y/u oxadiazintriona.

Preferentemente se trata de poliisocianatos o mezclas de poliisocianato del tipo mencionado anteriormente con grupos isocianato unidos exclusivamente de manera alifática y/o cicloalifática y una funcionalidad NCO media de la mezcla de 2 a 4, preferentemente de 2 a 2,6 y de manera especialmente preferente de 2 a 2,4.

35 Los polieterpolioles que pueden emplearse de acuerdo con la invención son por ejemplo los politetrametilenglicolpoliéteres en sí conocidos en la química del poliuretano, que pueden obtenerse por ejemplo mediante polimerización de tetrahidrofurano por medio de apertura de anillo catiónica. Asimismo son adecuados los productos de adición en sí conocidos de óxido de estireno, óxido de etileno, óxido de propileno, óxidos de butileno y/o epiclohidrina en moléculas iniciadoras di- o polifuncionales. Como moléculas iniciadoras pueden emplearse a este respecto todos los compuestos conocidos según el estado de la técnica, tales como por ejemplo agua, 40 butildiglicol, glicerol, dietilenglicol, trimetilolpropano, propilenglicol, sorbitol, etilendiamina, trietanolamina, 1,4-butanodiol. Preferentemente son moléculas iniciadoras agua, etilenglicol, propilenglicol, 1,4-butanodiol, dietilenglicol y butildiglicol.

45 En otra configuración del prepolímero terminado en  $\alpha$ -alcoxisilano de acuerdo con la invención, el porcentaje de unidades de óxido de etileno asciende como máximo al 30 % en peso y más preferentemente como máximo al 20 % en peso con respecto al polieterpoliol. De manera especialmente preferida, el porcentaje de unidades de óxido de etileno asciende a del 3 al 30 % en peso, en particular del 5 al 20 % en peso, en cada caso con respecto al polieterpoliol. Las unidades de óxido de alquileno restantes pueden ser en gran parte unidades de óxido de propileno, pero también pueden estar presentes otras unidades estructurales. Prepolímeros con una estructura de este tipo se caracterizan por una solubilidad en gas propelente especialmente buena de los alcanos con, al mismo tiempo, una buena flexibilidad de las espumas obtenidas.

55 Es sin embargo conveniente no ajustar demasiado alto el porcentaje de unidades de óxido de etileno en el poliéter, dado que esto llevaría, por el contrario, a un fuerte hinchamiento del apósito para heridas. Además, con el porcentaje de óxido de etileno creciente se reduce la solubilidad en gas propelente. En este sentido, una forma de realización preferida del prepolímero terminado en  $\alpha$ -alcoxisilano de acuerdo con la invención está definida por un porcentaje de elementos constructivos de óxido de etileno en los intervalos mencionados anteriormente. El límite inferior de grupos óxido de etileno puede encontrarse por ejemplo en aproximadamente el 5 % en peso. Independientemente de esto, pueden usarse también poliéteres sin unidades de óxido de etileno.

Según otra forma de realización del prepolímero terminado en  $\alpha$ -alcoxisilano de acuerdo con la invención, la media en peso del polieterpoliol asciende a de 800 a 6000 g/mol, en particular de 1000 a 4500 g/mol. Tales prepolímeros se caracterizan asimismo por una buena solubilidad en gas propelente con respecto a los alcanos mencionados y permiten, al mismo tiempo, una adaptación flexible de la dureza de la espuma a los requisitos deseados. En este sentido, los prepolímeros de cadena más corta proporcionan por regla general espumas más duras que los prepolímeros de cadena larga.

De este modo, para las aplicaciones médicas mencionadas anteriormente es en particular ventajoso que la dureza de la espuma de polímero obtenida puede configurarse de manera variable mediante la elección de la naturaleza química y/o la longitud de cadena de la estructura principal de polímero del prepolímero terminado en  $\alpha$ -alcoxisilano. Además de los parámetros mencionados anteriormente, la dureza de la espuma puede modificarse también mediante otras medidas, tales como por ejemplo mediante el grado de reticulación. Por lo tanto, pueden formarse espumas de polímero muy blandas y por lo tanto flexibles o también espumas de polímero sólidas con propiedades de soporte. En este sentido, el campo de aplicación médico no está limitado solo al tratamiento de heridas directo, sino que es también concebible la inmovilización de extremidades, por ejemplo en el caso de fracturas óseas, distensiones de ligamentos, esguinces y similares. Además, son concebibles asimismo aplicaciones en el sector cosmético.

De acuerdo con otra forma de realización de la invención preferida está previsto que el prepolímero terminado en  $\alpha$ -alcoxisilano puede prepararse mediante reacción del  $\alpha$ -alcoxisilano con un prepolímero de poliuretano terminado en NCO, pudiendo prepararse el prepolímero de poliuretano terminado en NCO mediante reacción del poliisocianato con el polieterpoliol. A este respecto, la funcionalidad NCO media del prepolímero de poliuretano terminado en NCO puede ser preferentemente 4 o menos y en particular de 2 a 4. Asimismo, en este caso, se prefiere cuando el prepolímero de poliuretano terminado en NCO presenta una viscosidad dinámica a 23 °C de 200 a 10000 mPas y en particular de 1500 a 4500 mPas.

La viscosidad puede determinarse prácticamente por medio de viscosimetría rotativa según la norma DIN 53019 a 23°C con un viscosímetro rotativo a una frecuencia de rotación de 18 s<sup>-1</sup> de la empresa Anton Paar Germany GmbH, Ostfildern, DE.

Un prepolímero terminado en  $\alpha$ -alcoxisilano del tipo mencionado anteriormente es ventajoso en particular para aplicaciones médicas, porque presenta una viscosidad suficientemente baja, de modo que puede espumarse fácilmente.

De manera más preferente, en el caso de los grupos  $\alpha$ -silano del prepolímero terminado en  $\alpha$ -alcoxisilano de acuerdo con la invención se trata de grupos trietoxi- $\alpha$ -silano. Esto es ventajoso en el sentido de que durante la reacción de reticulación se libera etanol relativamente no peligroso en lugar de metanol con los trimetoxi- $\alpha$ -silanos usados con frecuencia. También cuando la reactividad y por lo tanto la velocidad de endurecimiento de los trimetoxi- $\alpha$ -silanos es mayor que las de los trietoxi- $\alpha$ -silanos, la reactividad de los trietoxi- $\alpha$ -silanos es suficientemente alta para la mayoría de las aplicaciones. En particular cuando la composición se mezcla antes de la aplicación con un disolvente prático tal como agua, el prepolímero terminado en alcoxisilano endurece por regla general por completo en el transcurso de pocos minutos, en parte también después de menos de un minuto.

Se prefiere asimismo cuando en el caso de los grupos  $\alpha$ -silano del prepolímero terminado en alcoxisilano empleado se trata de grupos dietoxi- $\alpha$ -silano.

La presente invención se refiere asimismo a un procedimiento para la preparación de un prepolímero terminado en  $\alpha$ -alcoxisilano de acuerdo con la invención que comprende las siguientes etapas:

- hacer reaccionar el polieterpoliol con el poliisocianato para dar un prepolímero de poliuretano terminado en NCO, y
- hacer reaccionar el prepolímero de poliuretano terminado en NCO con el  $\alpha$ -alcoxisilano para dar el prepolímero terminado en  $\alpha$ -alcoxisilano.

Aún otro objeto de la invención es una composición espumable, libre de isocianato, en particular para aplicaciones médicas tales como apósitos para heridas espumables, que contiene un prepolímero terminado en  $\alpha$ -alcoxisilano de acuerdo con la invención.

Por libre de isocianato se entiende en el presente caso un sistema que contiene menos del 0,5 % en peso de componentes que contienen isocianato.

La composición de acuerdo con la invención tiene una alta velocidad de endurecimiento. De este modo la mezcla puede formar más o menos directamente después de la espumación ya una estructura de espuma autoportante, de modo que la espuma hasta el endurecimiento completo, lo que por regla general requiere solamente pocos minutos, prácticamente ya no puede colapsar. En otras palabras, la presente invención, además del sistema de 1C, proporciona también un sistema de espuma de silano de 2C que puede emplearse, a partir del que pueden

obtenerse espumas de polímero con alto volumen de poros, sin que requiera el empleo adicional de reactivos que desprenden gases, tal como por ejemplo la combinación de carbonato de calcio y ácido cítrico.

5 Además de la solubilidad en gas propelente mejorada, una ventaja adicional de la composición de acuerdo con la invención consiste en que esta tiene una estructura principal de polímero formada por unidades de OE/OP y en este sentido una estructura homogénea. De este modo, a partir de las composiciones de acuerdo con la invención, en comparación con los polímeros de silano conocidos por el estado de la técnica, con cadenas laterales no polares, que tienen en principio la estructura de un co- o terpolímero de bloque, pueden producirse espumas claramente más flexibles.

10 La ausencia de isocianato de la composición puede conseguirse mediante distintas posibilidades en sí conocidas por el experto en la materia. De acuerdo con la invención es especialmente adecuada una purificación de los prepolímeros a través de una destilación de capa fina. Este procedimiento de purificación es especialmente ventajoso porque se ha comprobado que composiciones, cuyos prepolímeros se liberaron de poliisocianatos a través de una destilación de capa fina, pueden espumarse más adecuadamente, dado que las viscosidades de las composiciones pueden ajustarse de manera más sencilla y pueden obtenerse prepolímeros en conjunto menos viscosos. La destilación de capa fina puede tener lugar por ejemplo en el caso de los prepolímeros con una estructura principal de poliéter y unidades de poliisocianato acopladas a los mismos después de la reacción del polieterpoliol con el poliisocianato, es decir, antes del acoplamiento del/de los grupo(s) silano a este producto intermedio.

20 La composición de acuerdo con la invención puede emplearse para una pluralidad de aplicaciones. De este modo, son adecuadas por ejemplo para todos los campos de aplicación en los que se proponen las espumas de poliuretano y también espumas de  $\alpha$ - o  $\gamma$ -silano conocidas en el estado de la técnica, designadas anteriormente, es decir, para el sector de la construcción, para el aislamiento de tubos o también para la espumación de espacios huecos en máquinas.

25 Sorprendentemente se ha comprobado que las composiciones de acuerdo con la invención, además de para estos fines de uso, también se abren a campos de aplicación en el sector médico, dado que no es necesario emplear compuestos tóxicos o irritantes.

30 El campo de aplicación médico comprende por ejemplo la provisión de apósitos para heridas que pueden producirse *in situ*. Para ello, la composición de acuerdo con la invención puede rociarse o aplicarse de otro modo como sistema de espuma de 1C o 2C del tipo designado anteriormente sobre lesiones en la piel o lesiones de otro tipo. A este respecto, las composiciones no se adhieren considerablemente sobre el tejido orgánico tal como por ejemplo el tejido de la herida y pueden además, debido a su estructura porosa, absorber secreciones de la herida o sangre. Esto es probablemente debido al hecho de que las composiciones de acuerdo con la invención al pulverizarse en las condiciones mencionadas anteriormente, pueden formar al menos en parte una estructura de poro abierta y por lo tanto pueden absorberse.

35 Para este fin de aplicación es también ventajosa la polaridad de las composiciones de acuerdo con la invención y las espumas que pueden obtenerse a partir de las mismas, en particular en comparación con los polímeros de silano conocidos por el estado de la técnica con cadenas laterales no polares. De este modo, mediante la elección del poliéter o el ajuste de su polaridad puede modificarse según sea necesario la hidrofilia de la espuma obtenida, de modo que esta muestra por ejemplo un mejor comportamiento de absorción frente a líquidos acuosos, tales como sangre o secreciones de heridas.

40 También cuando la provisión de la composición de acuerdo con la invención en botes presurizados representa una opción cómoda, la invención no está sin embargo limitada a ello. De este modo, la composición de acuerdo con la invención también puede usarse sin más como masa colada, que o bien endurece al aire o bien mediante mezclado previo con un disolvente prótico, tal como agua.

45 La composición de acuerdo con la invención es sin embargo especialmente para la aplicación de espuma de un bote presurizado. Por este motivo, la composición contiene de manera preferente un gas propelente licuado bajo presión. El gas propelente puede comprender preferentemente al menos un alcano o un alqueno con en cada caso 1 a 5 átomos de carbono y en particular al menos un compuesto del grupo etano, propano, n-butano, iso-butano, pentano así como mezclas de los mismos. Si bien en principio se tiene en cuenta también otros gases propelentes, tales como por ejemplo dimetil éter, sin embargo los gases propelentes usados se componen de manera especialmente preferente de los alcanos o alquenos mencionados anteriormente. Además de la buena solubilidad mencionada anteriormente de estos gases propelentes en la composición de acuerdo con la invención, estos además, en contraposición al dimetil éter, al contacto con heridas abiertas, provocan en el paciente una menor sensación de ardor.

55 La composición puede contener por ejemplo a una presión de 1,5 bar y a una temperatura de 20°C al menos el 3 % en peso de gases propelentes con respecto a la composición, estando disuelto el gas propelente por completo en la composición. La solubilidad completa puede determinarse a 20°C en "Schaugläsern zur optischen Prüfung von Aerosolen" de la empresa Pamasol Willi Mäder AG, CH. La solubilidad completa en el sentido de la presente

invención se da entonces cuando el gas propelente no forma de manera duradera (> 1 h) ninguna segunda fase visualmente perceptible.

Según una forma de realización especialmente preferida, el contenido en gas propelente disuelto asciende a del 10 al 30 % en peso con respecto a la composición, preferentemente del 15 al 30 % en peso.

5 Otro objeto de la presente invención es un sistema multicomponente libre de isocianato, en particular para la preparación de espumas para productos médicos tales como apósitos para heridas con al menos dos componentes separados, en donde el primer componente comprende una composición según una de las reivindicaciones 10 a 12 y el segundo componente un compuesto prótico, preferentemente un disolvente prótico, en particular un componente acuoso.

10 El segundo componente puede ser en el caso más sencillo un componente acuoso o incluso componerse de agua. Convenientemente, el componente acuoso contiene sin embargo otros constituyentes. De este modo, es en particular ventajoso cuando presenta un valor de pH de aproximadamente pH 4,0 a 9,5. Entonces se ha comprobado sorprendentemente que un prepolímero terminado en  $\alpha$ -alcoxisilano puede endurecer por medio de un componente acuoso a los valores de pH mencionados anteriormente en el tiempo más corto, de modo que una composición de este tipo puede cargarse en un bote presurizado de dos cámaras o múltiples cámaras y puede espumarse con ayuda de gases propelentes para dar espumas estables y de poros finos. Debido al intervalo de pH moderado del componente acuoso de aproximadamente pH 4,0 a 9,5, la composición de acuerdo con la invención puede aplicarse también por ejemplo directamente sobre la piel humana o animal.

15 Para la mejora adicional de la compatibilidad con la piel, el componente acuoso puede presentar preferentemente un valor de pH de 4,5 a 8,0, en particular de 5,0 a 6,5. En este intervalo de pH no aparece prácticamente ninguna irritación cutánea en sí en el caso de la piel sensible. Al mismo tiempo, las composiciones después del mezclado del primer y segundo componente endurecen con la alta velocidad mencionada anteriormente.

20 Los intervalos de pH mencionados anteriormente pueden ajustarse en principio a cada forma imaginable. De este modo, el componente acuoso puede contener al menos un ácido, una base o un sistema tampón, prefiriéndose la adición de un sistema tampón. De este modo, por ejemplo la comparación de dos composiciones, de las que una en el componente acuoso comprende un ácido y la otra en el componente acuoso comprende un sistema tampón a igual valor de pH, muestra que las composiciones con el sistema tampón influyen positivamente en el endurecimiento del prepolímero terminado en silano, en particular espumas de poros finos.

25 Como ácidos se tienen en cuenta compuestos orgánicos e inorgánicos, que son al menos en parte solubles en agua y a este respecto desplazan el valor de pH a ácido. Estos son por ejemplo ácidos minerales tales como ácido clorhídrico, ácido bromhídrico, ácido sulfúrico, ácido nítrico o ácido fosfórico, por mencionar solo algunos. Como ácidos orgánicos pueden usarse por ejemplo ácido fórmico, ácido acético, distintos ácidos  $\alpha$ -cloroacéticos, ácido láctico, ácido málico, ácido cítrico, ácido tartárico, ácido succínico y similares. También pueden usarse mezclas de las sustancias mencionadas anteriormente.

30 Las bases que pueden usarse de acuerdo con la invención pueden ser asimismo de origen orgánico e inorgánico y al menos en parte solubles en agua y a este respecto desplazan el valor de pH a básico. Estos son por ejemplo los hidróxidos de metal alcalino o alcalinotérreo tales como hidróxido de sodio o de potasio, amoniaco, por mencionar solo algunos. Como bases orgánicas se tienen en cuenta por ejemplo compuestos que contienen nitrógeno tales como aminas alifáticas o cicloalifáticas primarias, secundarias, terciarias así como aminas aromáticas. En concreto se exponen únicamente a modo de ejemplo, dimetilamina, trimetilamina, etilamina, metildietanolamina (MDEA), piperidina y piridina. Además, pueden emplearse asimismo mezclas de las sustancias mencionadas anteriormente.

35 Un sistema tampón usado de acuerdo con la invención comprende por regla general una mezcla de un ácido débil y su base conjugada o a la inversa. También pueden usarse anfolitos. Los tampones empleados en el contexto de la presente invención se seleccionan en particular de tampón acetato, tampón fosfato, tampón carbonato, tampón citrato, tampón tartrato, tampón ácido succínico, TRIS, HEPES, HEPPS, MES, tampón de Michaelis o mezclas de los mismos. La presente invención no está sin embargo limitada a los sistemas mencionados anteriormente. En principio puede usarse cualquier sistema tampón que puede ajustarse de tal manera que puede ajustarse el intervalo de pH reivindicado.

40 En otra configuración de la composición de acuerdo con la invención, la concentración del sistema tampón asciende a de 0,001 a 2,0 mol/l, en particular de 0,01 a 0,5 mol/l. Estas concentraciones se prefieren especialmente, dado que, por un lado se proporciona una capacidad tampón suficiente y, por otro lado, no aparece una cristalización del tampón en el componente acuoso en condiciones de almacenamiento habituales. Esto sería desventajoso por ejemplo en el caso del empleo en botes presurizados, dado que los constituyentes cristalizados podrían obstruir el equipo de mezclado o la boquilla del bote presurizado.

45 De manera más preferente, la capacidad de tampón asciende al menos a 0,01 mol/l, en particular de 0,02 a 0,1 mol/l.

En el contexto de la presente invención puede ser ventajoso adaptar la viscosidad del componente acuoso, por ejemplo para facilitar su capacidad de mezclado en un equipo de mezclado de un bote presurizado de dos cámaras con el prepolímero terminado en silano. De este modo, la viscosidad dinámica del componente acuoso a 23°C puede ascender a de 10 a 4000 mPas, en particular de 300 a 1000 mPas. La viscosidad puede determinarse prácticamente por medio de viscosimetría de rotación según la norma DIN 53019 a 23°C con un viscosímetro rotativo a una frecuencia de rotación de 18 s<sup>-1</sup> de la empresa Anton Paar Germany GmbH, Ostfildern, DE.

Según una configuración especialmente preferida de la composición de acuerdo con la invención, el componente acuoso puede presentar un espesante. Con ayuda del espesante, pueden ajustarse por un lado las viscosidades mencionadas anteriormente. Otra ventaja del espesante consiste en que este tiene en cierta medida propiedades estabilizantes sobre la espuma y en este sentido puede contribuir a mantener la estructura de espuma hasta alcanzar la capacidad autoportante.

Además, se ha comprobado sorprendentemente que mediante la adición de espesantes, en particular de espesantes a base de almidón o celulosa, se disuelve una serie de gases propelentes habituales en el comercio en la fase acuosa. Dado que la solubilidad de estos gases propelentes en el primer componente que contiene prepolímero de silano es más bien poco problemática, se impide con ello en las respectivas cámaras del bote presurizado de varias cámaras una separación de fases de gas propelente y el primer o segundo componente. En este sentido, el gas propelente y el primer componente o el gas propelente y el segundo componente hasta abandonar el bote presurizado se encuentran en una mezcla en su mayor parte homogénea. Después del mezclado de los dos componentes primero y segundo mantenidos por separado en el bote en una boquilla de mezclado del bote presurizado, el gas propelente disuelto en la mezcla después de abandonar el bote presurizado lleva a una fuerte expansión de esta mezcla, de modo que se obtiene una espuma de poro fino. En consecuencia, los espesantes que van a emplearse de manera especialmente ventajosa se seleccionan de almidón, derivados de almidón, derivados de dextrina, derivados de polisacárido tales como goma guar, celulosa, derivados de celulosa, en particular ésteres de celulosa, ésteres de celulosa, espesantes orgánicos totalmente sintéticos a base de poli(ácidos acrílicos), polivinilpirrolidonas, compuestos de poli(met)acrilo o poliuretanos (espesantes asociativos) así como espesantes inorgánicos, tales como bentonitas o ácidos silícicos o mezclas de los mismos. Como ejemplos concretos se mencionan metilcelulosa o carboximetilcelulosa, por ejemplo como sal de Na.

En el contexto de la presente invención puede estar previsto además que el componente acuoso comprenda una dispersión de poliuretano o se componga de la misma. Para ello puede emplearse por ejemplo una dispersión de poliuretano habitual en el comercio, cuya concentración puede reducirse en caso deseado también con agua adicional y que entonces con ayuda de las posibilidades mencionadas anteriormente se lleva al intervalo de pH mencionado. El uso de una dispersión de poliuretano es ventajoso porque de esta manera puede aumentarse la solubilidad en gas propelente en especial con respecto a los alcanos y alquenos mencionados anteriormente en la fase acuosa.

Otra ventaja de los valores de pH mencionados anteriormente en combinación con la dispersión de poliuretano consiste además en que en estos intervalos, por regla general, no se produce una coagulación de las partículas de polímero de la dispersión de poliuretano, en otras palabras, la dispersión es estable en almacenamiento en estas condiciones. Sorprendentemente se ha mostrado que mediante el uso de una dispersión de poliuretano puede aumentarse adicionalmente la solubilidad de gases propelentes habituales en el comercio en el componente acuoso. Por lo tanto, es especialmente preferente el empleo de una dispersión de poliuretano y de un espesante del tipo mencionado anteriormente.

Como dispersión de poliuretano pueden usarse en principio todas las dispersiones de poliuretano que pueden obtenerse en principio en el mercado. Sin embargo en este caso es también ventajoso emplear dispersiones de poliuretano que se prepararon a partir de isocianatos libres de compuestos aromáticos, dado que estas son más inofensivas en particular para aplicaciones médicas. Además, la dispersión de poliuretano puede incluir también otros ingredientes. De manera especialmente preferente, la dispersión de poliuretano contiene del 5 al 65 % en peso de poliuretano, en particular del 20 al 60 % en peso.

En un perfeccionamiento de la composición de acuerdo con la invención, la media en peso del poliuretano de la dispersión de poliuretano asciende a de 10000 a 1000000 g/mol, en particular de 20000 a 200000 g/mol, en cada caso determinado a través de cromatografía de permeación en gel frente a patrón de poliestireno en tetrahidrofurano a 23°C. Las dispersiones de poliuretano con tales masas molares son especialmente ventajosas dado que estas representan dispersiones de poliuretano estables en almacenamiento, que provocan además durante el llenado en botes presurizados una buena solubilidad del gas propelente en el segundo componente.

Según una forma de realización especialmente preferida de la composición de acuerdo con la invención, el sistema multicomponente contiene un principio activo médico y/o cosmético. En el caso de la composición de dos o varios componentes este puede estar previsto en el primer y/o segundo componente. Entre los dos grupos de principio activo no existe ningún límite definido, dado que muchos principios activos médicos muestran también efectos cosméticos.

En este contexto, es asimismo concebible prever el o los principios activos en forma de un componente adicional, es decir, tercer o cuarto componente y solo mezclar inmediatamente antes de la aplicación de la composición con el primer y segundo componente. Debido al aumento de la complejidad de la composición con el número creciente de componentes separados, este modo es, por regla general, sin embargo solo útil cuando los principios activos empleados son incompatibles tanto con el primer como con el segundo componente.

Los principios activos pueden encontrarse como principio activo puro o también en forma encapsulada, para conseguir por ejemplo una emisión retardada en el tiempo.

Como principios activos cosméticos se tienen en cuenta en particular aquellos principios activos que tienen propiedades para el cuidado de la piel, por ejemplo principios activos hidratantes o calmantes de la piel.

Como principios activos médicos puede emplearse en el contexto de la presente invención una pluralidad de tipos y clases de principios activos.

Un principio activo médico de este tipo puede comprender por ejemplo un componente que libera monóxido de nitrógeno en condiciones *in vivo*, preferentemente L-arginina o un componente que contiene L-arginina o un componente que libera L-arginina, de manera especialmente preferente clorhidrato de L-arginina. También pueden usarse prolina, ornitina y/u otras etapas intermedias biogénicas tales como por ejemplo poliaminas biogénicas (espermina, espermitina, putrescina o poliaminas artificiales bioactivas). Los componentes de este tipo favorecen de manera conocida la cicatrización, siendo especialmente ventajosa para la cicatrización su emisión cuantitativamente continua prácticamente uniforme.

Otros principios activos que pueden usarse de acuerdo con la invención comprenden al menos una sustancia seleccionada del grupo de las vitaminas o provitaminas, carotinoides, analgésicos, antisépticos, hemostáticos, antihistamínicos, metales antimicrobianos o sus sales, sustancias vegetales promotoras de la cicatrización o mezclas de sustancias, extractos vegetales, enzimas, factores de crecimiento, inhibidores enzimáticos así como combinaciones de los mismos.

Como analgésicos son adecuados en particular analgésicos no esteroideos en particular ácido salicílico, ácido acetilsalicílico y sus derivados por ejemplo Aspirina®, anilina y sus derivados, acetaminofeno por ejemplo Paracetamol®, ácido antranílico y sus derivados por ejemplo ácido mefenamínico, pirazol o sus derivados por ejemplo metamizol, Novalgin®, fenazona, Antipyrin®, isopropilfenazona y de manera muy especialmente preferente ácido arilacéticos así como sus derivados, ácidos heteroarilacéticos así como sus derivados, ácidos arilpropiónicos así como sus derivados y ácidos heteroarilpropiónicos así como sus derivados por ejemplo Indometacin®, Diclophenac®, Ibuprofen®, Naxoprofen®, Indometacin®, Ketoprofen®, Piroxicam®.

Como factores de crecimiento pueden mencionarse en particular: aFGF (Acidic Fibroblast Growth Factor (factor de crecimiento fibroblástico ácido)), EGF (Epidermal) Growth Factor (factor de crecimiento (epidérmico)), PDGF (Platelet Derived Growth Factor (factor de crecimiento derivado de plaquetas)), rhPDGF-BB (becaplermina), PDECGF (Platelet Derived Endothelial Cell Growth Factor (factor de crecimiento celular endotelial derivado de plaquetas)), bFGF (Basic Fibroblast Growth Factor (factor de crecimiento fibroblástico básico)), TGF  $\alpha$ ; (Transforming Growth Factor alpha (factor de crecimiento transformante alfa)), TGF  $\beta$  (Transforming Growth Factor beta (factor de crecimiento transformante beta)), KGF (Keratinocyte Growth Factor (factor de crecimiento de queratinocitos)), IGF1/IGF2 (Insulin-Like Growth Factor (factor de crecimiento de tipo insulina)) y TNF (Tumor Necrosis Factor (factor de necrosis tumoral)).

Como vitaminas o provitaminas son adecuadas en particular las vitaminas solubles en grasa o solubles en agua vitamina A, grupo de los retinoides, provitamina A, grupo de los carotenoides, en particular  $\beta$ -caroteno, vitamina E, grupo de los tocoferoles, en particular  $\alpha$ -tocoferol,  $\beta$ -tocoferol,  $\gamma$ -tocoferol,  $\delta$ -tocoferol y  $\alpha$ -tocotrienol,  $\beta$ -tocotrienol,  $\gamma$ -tocotrienol y  $\delta$ -tocotrienol, vitamina K, filoquinona en particular fitomenadiona o vitamina K vegetal, vitamina C, ácido L-ascórbico, vitamina B 1, tiamina, vitamina B2, riboflavina, vitamina G, vitamina B3, niacina, ácido nicotínico y amida de ácido nicotínico, vitamina B5, ácido pantoténico, provitamina B5, pantenol o dexpanntenol, vitamina B6, vitamina B7, vitamina H, biotina, vitamina B9, ácido fólico así como combinaciones de los mismos.

Como antiséptico puede usarse un agente tal que actúe de manera germicida, bactericida, bacteriostático, fungicida, viricida, virustático y/o microbiocida en general.

En particular son adecuadas aquellas sustancias que se seleccionan del grupo resorcinol, yodo, yodo-povidona, clorhexidina, cloruro de benzalconio, ácido benzoico, peróxido de benzoilo o cloruro de cetilpiridinio. Además, como antisépticos pueden usarse en particular también metales antimicrobianos. Como metales antimicrobianos pueden usarse en particular plata, cobre o zinc así como sus sales, óxidos o complejos en combinación o solos.

Como principios activos vegetales, que promueven la cicatrización pueden mencionarse en relación con la presente invención en particular extractos de manzanilla, extractos de Hamamelis por ejemplo Hamamelis virgiana, extracto de caléndula, extracto de aloe por ejemplo Aloe vera, Aloe barbadensis, Aloe feroxoder o Aloe vulgaris, extractos de té verde, extracto de algas marinas por ejemplo extractos de algas rojas o algas verdes, extracto de aguacate, extracto de mirra por ejemplo Commophora molmol, extractos de bambú así como combinaciones de los mismos.



Estos estabilizadores de espuma pueden añadirse al primer y/o preferentemente al segundo componente, siempre que no se produzca ninguna reacción química con los componentes respectivos. A este respecto, el contenido total en estos compuestos con respecto a la composición de acuerdo con la invención asciende en particular a del 0,1 al 20 % en peso, preferentemente del 1 al 10 % en peso.

5 Las relaciones en cantidades del primer y segundo componente de la composición de dos o varios componentes de acuerdo con la invención se ajustan ventajosamente entre sí de modo que tiene lugar una polimerización completa y a este respecto se hace reaccionar el primer componente de la manera más cuantitativa posible. Por ejemplo, por consiguiente, el primer y el segundo componente de la composición de acuerdo con la invención se encuentran en una relación en volumen de 1:10 a 10:1 uno con respecto a otro, preferentemente en una relación en volumen de 1:1  
10 a 5:1 uno con respecto a otro, en particular de 2:1 a 3:1, de manera especialmente preferente es de aproximadamente 2,5:1.

Otro objeto de la presente invención se refiere a un cuerpo moldeado en particular en forma de un apósito para heridas, que puede obtenerse mediante polimerización completa de un prepolímero terminado en  $\alpha$ -alcoxisilano de acuerdo con la invención, una composición de acuerdo con la invención o un sistema multicomponente de acuerdo  
15 con la invención. En el caso mencionado en primer lugar, la polimerización tiene lugar por ejemplo bajo la acción de la humedad del aire. En el caso del sistema multicomponente tiene lugar en primer lugar un mezclado de los componentes y a continuación la polimerización completa de la mezcla que se genera en este caso. Esta mezcla polimeriza preferentemente a temperatura ambiente en un periodo de tiempo de como máximo cinco minutos por completo, más preferentemente en el plazo de tres minutos, aún más preferentemente en el plazo de un minuto. En  
20 el caso de las composiciones de un componente, la duración de la polimerización completa depende particularmente del grosor de la capa esparcida.

Por polimerización completa se entiende en el sentido de la presente invención que no solo tiene lugar una formación de piel exterior, en otras palabras, que la envoltura exterior del cuerpo moldeado ya no es pegajosa, sino que los prepolímeros han reaccionar por completo en su mayor parte. Esto se comprueba en el contexto de la  
25 presente invención de manera que el cuerpo moldeado producido se presiona con un dedo durante algunos segundos y a continuación al retirar la presión dactilar vuelve por sí mismo a la posición de partida.

Un endurecimiento rápido de este tipo es en particular ventajoso en aplicaciones médicas, en especial en el caso del uso como apósitos para heridas que espuman pulverizables. Entonces, solo mediante el endurecimiento  
30 extraordinariamente rápido puede aplicarse como venda el apósito para heridas rápidamente y cargarse mecánicamente por el paciente. De esta manera pueden evitarse largos tiempos de espera.

Otro objeto de la invención es por lo tanto el uso de un producto de reacción en particular espumado de un prepolímero terminado en  $\alpha$ -alcoxisilano de acuerdo con la invención, una composición de acuerdo con la invención o de un sistema multicomponente de acuerdo con la invención como apósito para heridas. Un apósito para heridas  
35 de este tipo tiene la ventaja de que mediante la estructura de espuma no solo pueden absorberse secreciones de la herida, sino que con ello se consigue al mismo tiempo una protección mecánica de la herida frente a golpes y similares. También la presión de prendas de vestir sobre la herida se absorbe en parte por la estructura de espuma.

Además, el apósito para heridas pulverizado se adapta idealmente a los contornos en la mayoría de los casos irregulares de una herida, garantiza por lo tanto que la herida se cubra principalmente sin dolores por presión, que se provocan por apósitos para heridas no adaptados. Adicionalmente, el apósito para heridas producido de acuerdo  
40 con la invención acorta el tiempo empleado necesario para el tratamiento de la herida en comparación con un tratamiento con un apósito para heridas tradicional, dado que no es necesaria ninguna adaptación por medio de recortes que requieren tiempo.

La invención se refiere además también a un bote presurizado, que contiene un prepolímero terminado en  $\alpha$ -alcoxisilano de acuerdo con la invención, una composición de acuerdo con la invención o un sistema  
45 multicomponente de acuerdo con la invención, estando cargado el bote presurizado en particular con un gas propelente líquido con una presión de al menos 1,5 bar. Como gases propelentes se tienen en cuenta principalmente los alcanos y alquenos licuados a presión ya especificados en detalle anteriormente.

De manera preferente, además en el bote presurizado puede estar cargado como máximo tanto gas propelente como corresponde a la solubilidad del gas propelente en la composición a la presión de llenado. La solubilidad  
50 puede determinarse a través de la separación de fases después de una hora que no se ha explicado en lo anterior.

El bote presurizado puede estar configurado en particular como bote presurizado de dos cámaras o en general como bote presurizado de varias cámaras con una válvula de salida y una boquilla de mezclado, estando cargada la  
55 composición de acuerdo con la invención en una primera cámara del bote presurizado de dos cámaras y conteniendo la segunda cámara un componente acuoso u otro disolvente prótico, estando cargadas la primera o ambas cámaras con un gas propelente líquido bajo sobrepresión, en particular con una presión de al menos 1,5 bar. El gas propelente líquido en ambas cámaras puede ser igual o distinto.

Un bote presurizado de dos cámaras especialmente adecuado para este fin es conocido por ejemplo por las solicitudes PCT aún no publicadas con los números de solicitud PCT/EP2011/063910 y PCT/EP2011/063909, cuyo contenido se incluye por completo en la presente solicitud.

5 Según otra forma de realización del bote presurizado de acuerdo con la invención, los gases propelentes son solubles tanto en el primer como en el segundo componente, ascendiendo la solubilidad a una presión de llenado de al menos 1,5 bar y a una temperatura de 20°C al menos al 3 % en peso y correspondiendo en particular como máximo tanto gas propelente como corresponde a la solubilidad. De esta manera, se asegura que la espuma esparcida tenga una calidad constante, porque no solo escapa gas propelente de una de las cámaras al comienzo del proceso de pulverización y con ello la relación de mezcla entre primer y segundo componente no es óptima. Para 10 ello se tienen en cuenta principalmente composiciones que presentan en el componente acuoso uno de los espesantes mencionados anteriormente y/o una dispersión de poliuretano.

Otra ventaja se basa en que debido a la solubilidad del gas propelente en las cámaras del bote presurizado no se produce ninguna separación de fases entre primer o segundo componente y el gas propelente. El gas propelente se escapa por lo tanto solo al dispararse el bote presurizado y mezclarse el primer y segundo componente y a este respecto espuma esta mezcla. El tiempo de endurecimiento muy rápido de la composición de acuerdo con la invención lleva a que la estructura de espuma espumada por el gas propelente se "congela" y no colapsa en sí misma. 15

El efecto mencionado anteriormente se intensifica mediante el empleo de un espesante del tipo mencionado anteriormente y/o una dispersión de poliuretano en el componente acuoso, dado que tanto el espesante como la dispersión tiene en cierta medida propiedades estabilizantes sobre la espuma. Una solubilidad en gas propelente de al menos el 3 % en peso es ventajosa para garantizar una espumación suficiente de la mezcla esparcida. Preferentemente, el primer componente contiene un contenido del 10 al 40 % en peso de gas propelente, de manera especialmente preferente del 15 al 25 % en peso y el segundo componente un contenido del 3 al 20 % en peso de gas propelente, de manera especialmente preferente del 5 al 15 % en peso en cada caso con respecto al peso total resultante de la mezcla respectiva. En este sentido, mediante la cantidad de gas propelente cargada o disuelta en los componentes individuales puede influirse también en la estructura de espuma. De este modo, en el caso de una composición, una mayor cantidad de gas propelente lleva por regla general a una espuma de menor densidad. 20 25

Otro objeto de la presente invención se refiere al uso de un prepolímero terminado en  $\alpha$ -alcoxisilano de acuerdo con la invención, de una composición de acuerdo con la invención o de un sistema multicomponente de acuerdo con la invención para la preparación de un cuerpo moldeado de polímero espumado o no espumado, en particular de un cuerpo moldeado plano, tal como un apósito para heridas. 30

La presente invención se explica en detalle a continuación por medio de ejemplos de realización:

### **Ejemplos**

#### **Generalidades:**

35 Todos los siguientes datos de cantidades, fracciones y porcentajes se refieren, siempre que no se indique lo contrario, al peso y la cantidad total o al peso total de las composiciones.

A menos que se indique lo contrario, todas las mediciones analíticas se refieren a mediciones a temperaturas de 23°C.

#### **Métodos:**

40 Los contenidos en NCO se determinaron, siempre que no se mencione expresamente lo contrario, por volumetría de acuerdo con la norma DIN-EN ISO 11909.

El control de los grupos NCO libres se llevó a cabo por medio de espectroscopía IR (banda a 2260  $\text{cm}^{-1}$ ).

Las viscosidades indicadas se determinaron por medio de viscosimetría de rotación según la norma DIN 53019 a 23°C con un viscosímetro rotativo a una frecuencia de rotación de 18  $\text{s}^{-1}$  de la empresa Anton Paar Germany GmbH, Ostfildern, DE. 45

La estabilidad en almacenamiento de las dispersiones se examinó a lo largo de un periodo de tiempo de 6 meses después de la preparación mediante almacenamiento a temperatura ambiente.

La cantidad de gas propelente disuelta como máximo se determinó a 20°C en "Schaugläsern zur optischen Prüfung von Aerosolen" de la empresa Pamasol Willi Mäder AG, CH. La cantidad de gas propelente disuelta como máximo se refiere a la relación en peso de gas propelente con respecto a la sustancia/mezcla que va a examinarse y se alcanzó en cuanto el gas propelente no formaba de manera duradera (> 1 h) una segunda fase. 50

Dado que una medición de la viscosidad en condiciones de gas propelente no es técnicamente realizable, las viscosidades de soluciones de STP/gas propelente se estimaron debido a la velocidad de flujo al 5 % de caída en

mirillas en comparación con soluciones de referencia con viscosidad determinada anteriormente (soluciones acuosas de diferentes concentraciones de Walocel CRT 30 G).

Para la espumación de las mezclas se usó un aparato de pulverización de 2C y se cargó del modo que se describe en las solicitudes PCT aún no publicadas con los números de solicitud PCT/EP2011/063910 y PCT/EP2011/063909.

#### 5 **Sustancias usadas y abreviaturas:**

HDI:	hexametilen-1,6-diisocianato
Geniosil® XL 926:	[(ciclohexilamino)metil] trietoxisilano Wacker Chemie AG, Múnich, DE)
Walocel CRT 30G:	carboximetilcelulosa, sal de sodio (Dow Deutschland Anlagengesellschaft mbH, Schwalbach, DE)
P/B 3,5:	mezcla de propano e iso-butano, de modo que a 20°C resulta una presión de gas de 3,5 bar

Los siguientes ejemplos muestran la preparación de los prepolímeros terminados en silano.

#### **Ejemplo 1: Preparación del prepolímero terminado en silano STP1**

10 A una mezcla de 800 g de un poli(óxido de alquileo) con una masa molar de 2000 g/mol iniciada sobre 1,2-propilenglicol, un porcentaje en peso de óxido de etileno del 47 % y porcentaje en peso de óxido de propileno del 49 %, que se secó previamente a 80°C durante 1 h a una presión de 0,1 mbar, y 2,8 g de cloruro de benzoilo se añadieron gota a gota a 80°C en el plazo de 45 minutos 1000 g de HDI y se agitó posteriormente durante 2 h. El HDI en exceso se retiró por destilación de capa fina a 130°C y 0,4 mbar. Se obtuvo un prepolímero con un contenido en NCO del 3,43 % y una viscosidad de 1250 mPas.

15 Se mezclaron 498 g del prepolímero obtenido a continuación a 30-40°C en el plazo de 15 minutos con 104,5 g de Geniosil XL 926. Después de 60 minutos más de agitación a 30°C pudo determinarse por espectrometría IR la reacción completa del prepolímero de NCO para dar STP. En el STP resultante pudo disolverse de manera estable en almacenamiento el 18 % de P/B 3,5.

#### **Ejemplo 2: Preparación del prepolímero terminado en silano STP2**

20 A una mezcla de 1032 g de un poli(óxido de alquileo) con una masa molar de 4000 g/mol iniciada sobre 1,2-propilenglicol, un porcentaje en peso de óxido de etileno del 13 % y porcentaje en peso de óxido de propileno del 86 %, que se secó previamente a 80°C durante 1 h a una presión de 0,1 mbar, y 1,8 g de cloruro de benzoilo se añadieron gota a gota a 80°C en el plazo de 30 minutos 650 g de HDI y se agitó posteriormente durante 4 h. El HDI en exceso se retiró por destilación de capa fina a 130°C y 0,03 mbar. Se obtuvo un prepolímero con un contenido en NCO del 1,82 % y una viscosidad de 2100 mPas.

25 Se mezclaron 207,5 g del prepolímero obtenido a continuación a 30-40°C en el plazo de 15 minutos con 24,8 g de Geniosil XL 926. Después de 30 minutos más de agitación a 30°C pudo determinarse por espectrometría IR la reacción completa del prepolímero de NCO para dar STP. En el STP resultante, que presentaba una viscosidad de 9300 mPas, pudo disolverse de manera estable en almacenamiento el 28 % de P/B 3,5. La viscosidad de esta solución se estimó a 26°C a 400 mPas por comparación.

#### 30 **Ejemplo 3: Preparación del prepolímero terminado en silano STP3**

35 A una mezcla de 201 g de un poli(óxido de alquileo) con una masa molar de 1000 g/mol iniciada sobre 1,2-propilenglicol, un porcentaje en peso de óxido de etileno del 0 % y un porcentaje en peso de óxido de propileno del 92 %, que se secó previamente a 80°C durante 1 h a una presión de 0,1 mbar, y 0,8 g de cloruro de benzoilo se añadieron gota a gota a 80°C en el plazo de 30 minutos 588 g de HDI y se agitó posteriormente durante 2 h. El HDI en exceso se retiró mediante destilación de capa fina a 140°C y 0,05 mbar. Se obtuvo un prepolímero con un contenido en NCO del 6,09 %.

40 Se mezclaron 200 g del prepolímero obtenido a continuación a 30-40°C en el plazo de 10 minutos con 80 g de Geniosil XL 926. Después de 60 minutos más de agitación a 30°C pudo determinarse por espectrometría IR la reacción completa del prepolímero de NCO para dar STP. En el STP resultante pudo disolverse de manera estable en almacenamiento el 22 % de P/B 3,5.

#### **Ejemplo 4: Preparación del prepolímero terminado en silano STP4**

45 A una mezcla de 270 g del prepolímero de NCO preparado de acuerdo con el Ejemplo 1 y 1349 g del prepolímero de NCO preparado de acuerdo con el Ejemplo 2 se añadieron gota a gota a 30-40°C en el plazo de 30 minutos 217 g de Geniosil XL 926 y se agitó durante 30 minutos más a 30°C. La reacción completa del prepolímero de NCO para dar STP pudo determinarse mediante espectroscopía de IR. En la mezcla de STP resultante pudo disolverse de manera estable en almacenamiento el 41 % de P/B 3,5 o 27 % de n-butano.

**Ejemplo 5: Preparación del prepolímero terminado en silano STP5**

5 A una mezcla de 423 g de un poli(óxido de alquileo) con una masa molar de 3825 g/mol iniciada sobre trimetilolpropano, un porcentaje en peso de óxido de etileno del 13 % y un porcentaje en peso de óxido de propileno del 83 %, que se secó previamente a 80°C durante 1 h a una presión de 0,1 mbar, y 0,8 g de cloruro de benzoilo se añadieron gota a gota a 80°C en el plazo de 30 minutos 420 g de HDI y se agitó posteriormente durante 2 h. El HDI en exceso se retiró mediante destilación de capa fina a 140°C y 0,05 mbar. Se obtuvo un prepolímero con un contenido en NCO del 2,49 %.

10 Se mezclaron 200 g del prepolímero obtenido a continuación a 30-40°C en el plazo de 10 minutos con 37 g de Geniosil XL 926. Después de 60 minutos más de agitación a 30°C pudo determinarse por espectrometría IR la reacción completa del prepolímero de NCO para dar STP. En el STP resultante pudo disolverse de manera estable en almacenamiento el 37 % de iso-butano.

**Ejemplo 6: Preparación del prepolímero terminado en silano STP6**

15 A una mezcla de 398 g de un poli(óxido de alquileo) con una masa molar de 4800 g/mol iniciada sobre glicerol, un porcentaje en peso de óxido de etileno del 13 % y un porcentaje en peso de óxido de propileno del 85 %, que se secó previamente a 80°C durante 1 h a una presión de 0,1 mbar, y 0,7 g de cloruro de benzoilo se añadieron gota a gota a 80°C en el plazo de 30 minutos 315 g de HDI y se agitó posteriormente durante 2 h. El HDI en exceso se retiró por destilación de capa fina a 140°C y 0,05 mbar. Se obtuvo un prepolímero con un contenido en NCO del 1,94 %.

20 Se mezclaron 200 g del prepolímero obtenido a continuación a 30-40°C en el plazo de 10 minutos con 28 g de Geniosil XL 926. Después de 60 minutos más de agitación a 30°C pudo determinarse por espectrometría IR la reacción completa del prepolímero de NCO para dar STP. En el STP resultante pudo disolverse de manera estable en almacenamiento el 39 % de P/B 3,5 o 36 % de iso-butano.

**Ejemplo comparativo 1: Preparación de un STP sin solubilidad de gases propelentes de alcano**

25 A una mezcla de 1000 g HDI y 1 g de cloruro de benzoilo se añadió gota a gota a 80°C en el plazo de 3 h 1000 g de un poli(óxido de alquileo) con una masa molar de 4680 g/mol iniciada sobre glicerol, un porcentaje en peso de óxido de etileno del 71 % y porcentaje en peso de óxido de propileno del 26 %, que se secó previamente a 100°C durante 6 h a una presión de 0,1 mbar, y se agitó posteriormente durante 12 h. El HDI en exceso se retiró mediante destilación de capa fina a 130°C y 0,1 mbar. Se obtuvo un prepolímero con un contenido en NCO del 2,42 % y una viscosidad de 3500 mPas.

30 Se mezclaron 200 g del prepolímero obtenido a continuación a 30-40°C en el plazo de 10 minutos con 31,7 g de Geniosil XL 926. Después de 60 minutos más de agitación a 30°C pudo determinarse por espectrometría IR la reacción completa del prepolímero de NCO para dar STP. En el STP resultante no pudo disolverse P/B 3,5.

35 En los siguientes ensayos se representan los resultados de los ensayos de endurecimiento de las espumas. El esparcimiento simultáneo de los dos componentes tuvo lugar a través de una mezcladora estática del tipo MAH 0,5-0,7T de la empresa Adchem GmbH, Wendelstein, DE.

**Ejemplo 7: Aplicación por pulverización**

40 Todas las soluciones de STP/agente espumante de acuerdo con la invención eran estables en almacenamiento (> 2 meses) y pudieron esparcirse sin problemas desde los recipientes pulverizadores comercialmente disponibles. En este sentido, las soluciones espumaron y formaron una espuma estable hasta el endurecimiento completo. También la aplicación desde un aparato pulverizador de 2C que funciona con aire comprimido, en donde las cámaras se cargaron en cada caso por separado entre sí con solución de STP/agente espumante en una cámara y con líquidos práticos tales como por ejemplo agua, ácidos acuosos, soluciones tampón acuosas, mezclas de catalizador acuosas o alcoholes en la segunda cámara y se esparcieron en una relación en volumen preferida de 2,5 con respecto a 1 entre sí, se logró sin problemas y proporcionó espumas estables hasta el endurecimiento completo del STP respectivo en el plazo de aproximadamente 5-120 segundos. Se obtuvieron espumas blandas, de poros finos, que son adecuadas, entre otras cosas, como apósitos para heridas médicos.

**Ejemplo comparativo de acuerdo con el documento EP 1 829 908, Ejemplo 1:**

50 En este ensayo comparativo, la composición de acuerdo con la invención se comparará con los sistemas de 2C conocidos por el estado de la técnica, en el presente caso con el Ejemplo 1 del documento EP 1 829 908. En el ensayo, el componente 2 (8 partes de agua, 13 partes de ácido cítrico) con el STP 1 empleado de acuerdo con la invención esparcido de manera síncrona a través del aparato pulverizador de 2C, la mezcla endureció ya en la mezcladora estática por completo, mediante lo cual esta se bloqueó. Una aplicación no era, en consecuencia, posible.

Además, el componente 2, debido a su composición de 8 partes de agua y 13 partes de ácido cítrico, tiene un valor de pH de aproximadamente 1, mediante lo cual se descartan aplicaciones sensibles al pH tales como por ejemplo aplicaciones médicas con este sistema. Aparte de eso, este valor de pH representa para el usuario un riesgo de abrasión potencial durante la aplicación.

## REIVINDICACIONES

1. Prepolímero terminado en  $\alpha$ -alcoxisilano, que puede prepararse mediante reacción de al menos un polieterpoliol, de un poliisocianato y de un  $\alpha$ -alcoxisilano, que presenta al menos un grupo reactivo de isocianato, **caracterizado porque** el polieterpoliol presenta una media en peso de 500 a 7000 g/mol, comprende unidades de óxido de propileno, y presenta un porcentaje de unidades de óxido de etileno del 0 al 50 % en peso con respecto al polieterpoliol.
2. Prepolímero terminado en  $\alpha$ -alcoxisilano según la reivindicación 1, **caracterizado porque** el porcentaje de unidades de óxido de etileno asciende como máximo al 30 % en peso y más preferentemente como máximo al 20 % en peso con respecto al polieterpoliol.
3. Prepolímero terminado en  $\alpha$ -alcoxisilano según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado porque** la media en peso del polieterpoliol asciende a de 800 a 6000 g/mol y más preferentemente de 1000 a 4500 g/mol.
4. Prepolímero terminado en  $\alpha$ -alcoxisilano según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el prepolímero terminado en  $\alpha$ -alcoxisilano contiene trietoxi- $\alpha$ -silano.
5. Prepolímero terminado en  $\alpha$ -alcoxisilano según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el poliisocianato es un poliisocianato alifático.
6. Prepolímero terminado en  $\alpha$ -alcoxisilano según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** puede prepararse mediante reacción del  $\alpha$ -alcoxisilano con un prepolímero de poliuretano terminado en NCO, en donde el prepolímero de poliuretano terminado en NCO puede prepararse mediante reacción del poliisocianato con el polieterpoliol y preferentemente la funcionalidad NCO media del prepolímero de poliuretano terminado en NCO es 4 o menos y en particular de 2 a 4.
7. Procedimiento para la preparación de un prepolímero terminado en  $\alpha$ -alcoxisilano según una de las reivindicaciones 1 a 6 que comprende las siguientes etapas:
- hacer reaccionar el polieterpoliol con el poliisocianato para dar un prepolímero de poliuretano terminado en NCO, y
  - hacer reaccionar el prepolímero de poliuretano terminado en NCO con el  $\alpha$ -alcoxisilano para dar el prepolímero terminado en  $\alpha$ -alcoxisilano.
8. Composición espumable, libre de isocianato, en particular para aplicaciones médicas tales como apósitos para heridas espumables, **caracterizada porque** la composición contiene un prepolímero terminado en  $\alpha$ -alcoxisilano según una de las reivindicaciones 1 a 6.
9. Composición según la reivindicación 8, **caracterizada porque** contiene al menos un principio activo médico, que se selecciona en particular de sustancias que liberan monóxido de nitrógeno en condiciones *in vivo*, así como sustancia seleccionada del grupo de las vitaminas o provitaminas, carotinoídes, analgésicos, antisépticos, hemostáticos, antihistamínicos, metales antimicrobianos o sus sales, sustancias vegetales promotoras de la cicatrización o mezclas de sustancias, extractos vegetales, enzimas, factores de crecimiento, inhibidores enzimáticos así como combinaciones de los mismos.
10. Composición según una de las reivindicaciones 8 o 9, **caracterizada porque** contiene un gas propelente licuado bajo presión, comprendiendo el gas propelente preferentemente al menos un alcano o un alqueno con en cada caso 1 a 5 átomos de carbono y en particular al menos un compuesto del grupo etano, propano, n-butano, iso-butano, pentano así como mezclas de los mismos.
11. Sistema multicomponente libre de isocianato, en particular para la preparación de espumas para productos médicos tales como apósitos para heridas con al menos dos componentes separados, comprendiendo el primer componente una composición según una de las reivindicaciones 9 a 10 y el segundo componente un compuesto prótico, preferentemente un disolvente prótico, en particular un componente acuoso.
12. Sistema multicomponente según la reivindicación 11, **caracterizado porque** el componente acuoso presenta un valor de pH de pH 4,0 a 9, 5, preferentemente de 4,5 a 8,0 y de manera especialmente preferente de 5,0 a 6,5.
13. Sistema multicomponente según una de las reivindicaciones 11 o 12, **caracterizado porque** el componente acuoso comprende una dispersión de poliuretano o se compone de la misma.
14. Cuerpo moldeado, en particular en forma de un apósito para heridas, que puede obtenerse mediante polimerización de un prepolímero terminado en  $\alpha$ -alcoxisilano según una de las reivindicaciones 1 a 6, de una composición según una de las reivindicaciones 8 a 10 o de un sistema multicomponente según una de las reivindicaciones 11 a 13.
15. Bote presurizado, que contiene un prepolímero terminado en  $\alpha$ -alcoxisilano según una de las reivindicaciones 1 a 6, una composición según una de las reivindicaciones 8 a 10 o un sistema multicomponente según una de las

reivindicaciones 11 a 12, estando cargado el bote presurizado en particular con un gas propelente líquido con una presión de al menos 1,5 bar.