

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 983 288**

51 Int. Cl.:

D04H 3/002 (2012.01)
D04H 3/011 (2012.01)
D04H 3/016 (2012.01)
D04H 3/07 (2012.01)
D04H 3/147 (2012.01)
E02B 3/12 (2006.01)
E02D 17/20 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **24.09.2019** **PCT/EP2019/075703**
87 Fecha y número de publicación internacional: **02.04.2020** **WO20064725**
96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.09.2019** **E 19782497 (2)**
97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.04.2024** **EP 3856967**

54 Título: **Dispositivo de protección, componente de anclaje de pendientes así como también un uso del dispositivo de protección y un método para su producción**

30 Prioridad:

24.09.2018 DE 102018123477

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
22.10.2024

73 Titular/es:

GEOBRUGG AG (100.0%)
Aachstrasse 11
8590 Romanshorn, CH

72 Inventor/es:

WENDELER-GÖGGELMANN, CORINNA

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 983 288 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

Dispositivo de protección, componente de anclaje de pendientes así como también un uso del dispositivo de protección y un método para su producción

5 Memoria descriptiva

La invención se refiere a una estera de púas según el preámbulo de la reivindicación 1, a un componente de anclaje de la pendiente según la reivindicación 20, así como a un uso de la estera de púas según la reivindicación 21 y a un método para producir la estera de púas según la reivindicación 22.

10 ANTECEDENTES DE LA INVENCION

En los documentos EP 1 424 418 A1, CA 2994 440 A1 y EP 1 160 367 A2 ya se han propuesto geotextiles estructurados de forma diferente, que están, al menos, configurados para ser extendidos planamente sobre una superficie, en particular, una superficie de tierra que debe ser protegida, y que -al menos en gran medida- están formados por una pluralidad de fibras sintéticas interconectadas a través de una conexión de ajuste forzado y/o un enlace de sustancia a sustancia.

15 Además, el documento FR 3 032 727 A1 describe un geotextil, al menos parcialmente biodegradable, que tiene una estructura tejida muy regular.

El documento WO 2014/114626 A1 describe una geo-malla pre-vegetada y biodegradable, que tiene una superficie plana y está compuesta por una combinación de un tejido tridimensional de fibras aleatorias y un tejido plano bidimensional. La parte tridimensional se rellena con sustrato y con plantas y la parte bidimensional inferior almacena agua y evita que el sustrato se caiga durante el transporte enrollado de la geo-malla pre-vegetada.

20

El objetivo de la invención es, en particular, proporcionar una estera de púas genérica que tenga propiedades ventajosas para la intemperie. Según la invención, el objetivo se logra a través de las características de las reivindicaciones 1 y 20 a 22 de la solicitud de patente, mientras que las implementaciones ventajosas y otros desarrollos adicionales de la invención se pueden recoger de las reivindicaciones dependientes.

25 VENTAJAS DE LA INVENCION

La invención se basa en una estera de púas, en particular, un dispositivo de protección contra la erosión, preferentemente, un geotextil, que está, al menos, configurado para ser extendido planamente sobre una superficie de tierra, de una pendiente que debe ser protegida, y que está formado, al menos en gran medida, por una pluralidad de fibras sintéticas interconectadas mediante una conexión de ajuste forzado y/o un enlace de sustancia a sustancia, y dispuestas de manera tal, que forman una estructura esencialmente tridimensional.

30

Se propone que, al menos, una gran parte de las fibras sintéticas sean, al menos en gran parte, biodegradables. De este modo, se pueden conseguir unas propiedades de resistencia a la intemperie especialmente ventajosas. Ventajosamente, el dispositivo de sujeción se desgasta, sin residuos, en particular, sin residuos sintéticos, en particular, macroplásticos, microplásticos y/o nanoplásticos, y/o, sin residuos metálicos (pesados). De esta manera, se consigue ventajosamente una buena compatibilidad con el medio ambiente, gracias a la cual es posible conseguir una idoneidad especialmente buena para su uso en regiones ecológicamente sensibles. Además, se puede lograr -ventajosamente- un alto nivel de biocompatibilidad, en particular, con la vegetación y/o la fauna que rodea el dispositivo de protección. Por ejemplo, el daño a las plantas y/o animales que involucran las fibras del dispositivo de protección puede mantenerse a un nivel ventajosamente bajo. En particular, al menos una gran parte de las fibras sintéticas pertenecientes a la pluralidad de fibras sintéticas son, al menos, en gran medida biodegradables.

35

40

El dispositivo de protección está particularmente configurado para la protección de un terreno inclinado, en particular, para el anclaje de un terraplén y/o el anclaje de una pendiente, por ejemplo, en ingeniería civil, construcción hidráulica y/o construcción de carreteras y/o, preferentemente, en el contexto de las estructuras de protección geotécnica. En particular, el dispositivo de protección está configurado para su uso en el contexto de actividades de construcción, en el campo de la bioingeniería. Adicionalmente, el dispositivo de protección está configurado para facilitar y/o permitir la siembra de vegetación y/o la re-siembra de un terreno, en particular, un terreno en pendiente. En particular, el dispositivo de protección, preferentemente, al menos la mayor parte de la pluralidad de fibras sintéticas del dispositivo de protección está configurada para desaparecer completamente, en particular, podrirse completamente después de un período de tiempo que se puede predeterminar, en particular, en función de la composición química de las fibras sintéticas, por ejemplo, después de uno, dos, tres o más períodos de vegetación. Por ejemplo, un dispositivo de protección destinado a la re-siembra rápida de un terreno con una capa de tierra vegetal fértil comprende fibras sintéticas, que se descomponen rápidamente y que, en particular, se habrán podrido casi por completo después de uno o dos períodos de crecimiento. Como alternativa, por ejemplo, un dispositivo de protección destinado a un terreno con suelos pobres y estériles, por ejemplo, pedregosos o con una pendiente muy pronunciada, se implementará de manera tal, que se pudra lentamente y se descomponga sólo después de varios, por ejemplo, cuatro, cinco, seis o más períodos de crecimiento. Ventajosamente, el tiempo de descomposición de las fibras sintéticas se puede ajustar y/o adaptar a las condiciones climáticas que se

45

50

55

esperan, por medio de un ajuste de la composición química del material de fibra, en particular, del material sintético o de la mezcla sintética. El dispositivo de protección, en particular, el geotextil, puede ser configurado como una estera de pendiente y/o como una estera de púas. Según la invención, el dispositivo de protección se dispone como una estera de púas.

- 5 Por el hecho de que la estera de púas se “forma, en gran medida, a través de una pluralidad de fibras sintéticas que están interconectadas por conexión de ajuste forzado y/o unión de sustancia a sustancia” debe entenderse, en particular, que una gran parte del número de todas las partes individuales del dispositivo de protección -particularmente con la excepción de los filamentos de alambre de una malla metálica del dispositivo de protección- son fibras sintéticas. Por “gran parte” se entiende 66%, ventajosamente 75%, muy ventajosamente 85%, preferentemente 95% y muy particularmente 99%.
- 10 Preferentemente, a excepción de la malla metálica, el dispositivo de protección está completamente formado por la pluralidad de fibras sintéticas, que están interconectadas por conexión de ajuste forzado y/o unión de sustancia a sustancia. “Interconectado por enlace de sustancia a sustancia” significa, en particular, que las partículas de masa se mantienen unidas por fuerzas atómicas o moleculares, como, por ejemplo, por soldadura, pegamento, por fusión y/o vulcanización. “Interconectado por conexión ajuste forzado” se refiere aquí, en particular, a una conexión liberable, en
- 15 donde una fuerza de sujeción entre dos componentes estructurales se transfiere, preferentemente, por un encaje geométrico de los componentes estructurales entre sí y/o por una fuerza de fricción entre los componentes estructurales.

Por “fibra sintética” debe entenderse, en particular, una fibra formada por macromoléculas, cuyo principal componente químico y/o básico es, al menos, un polímero producido sintética o semi-sintéticamente con grupos orgánicos. Según la invención la fibra sintética es una fibra polimérica, preferentemente, una fibra de síntesis. En particular, una fibra sintética

20 forma un monofilamento extruido. En particular, en comparación con los geotextiles hechos de fibras naturales, por ejemplo, fibras de yute, caña y/o coco, una biodegradabilidad, es decir, la velocidad de descomposición biológica se puede ajustar ventajosamente a través de la selección de la composición química de la fibra sintética biodegradable. Además, con las fibras sintéticas biodegradables es posible ajustar ventajosamente otras características del material, mediante la selección de la composición química, por ejemplo, capacidad de expansión, resistencia al desgarrar, elasticidad,

25 deformabilidad o similares. Las fibras sintéticas son, además, ventajosamente menos susceptibles en cuanto a una infestación con hongos de moho, que podrían afectar a una re-siembra. Ventajosamente, las fibras sintéticas tienen una baja capacidad de absorción de agua, lo que también reduce el riesgo de infestación por hongos. En particular, las fibras sintéticas tienen, al menos, secciones transversales y/o diámetros sustancialmente idénticos. En forma alternativa, las fibras sintéticas pueden tener secciones transversales y/o diámetros variables. Según la invención, una fibra sintética de

30 la pluralidad de fibras sintéticas tiene un diámetro de al menos 0,1 mm. Preferentemente, una fibra sintética de la pluralidad de fibras sintéticas tiene una sección transversal redonda y/o un diámetro de, al menos, 0,2 mm, ventajosamente de, al menos, 0,3 mm, muy ventajosamente de, al menos, 0,4 mm, preferentemente de, al menos, 0,6 mm, y muy preferentemente de no más de 1,5 mm. El diámetro de la fibra sintética biodegradable es preferentemente de 0,4 mm. En particular, al menos una parte de las fibras sintéticas se implementan como fibras continuas, preferentemente, todas las

35 fibras sintéticas se implementan como fibras continuas.

Alternativa o adicionalmente, en particular, al menos una parte de las fibras sintéticas se implementa como fibras discontinuas y, preferentemente, todas las fibras sintéticas se implementan como fibras discontinuas.

Por fibras sintéticas que forman una “estructura esencialmente tridimensional” debe entenderse, en particular, que las fibras sintéticas individuales de la pluralidad de fibras sintéticas están/pueden estar orientadas en diferentes direcciones, que comprenden las tres direcciones espaciales y/o que las fibras sintéticas tienen, en particular, al menos parcialmente

40 y/o en sección, una orientación en una dirección perpendicular a la dirección de extensión plana del dispositivo de protección. En particular, el dispositivo de protección está estructurado tridimensionalmente. En particular, el dispositivo de protección es un textil tridimensional que se puede extender de forma plana. Gracias a su estructura tridimensional, el dispositivo de protección tiene, preferentemente, una extensión perpendicular a la dirección de extensión plana, en particular, un grosor, que es superior a 10 veces, preferentemente a 15 veces, ventajosamente a 20 veces, muy ventajosamente a 30 veces, preferentemente a 50 veces de un diámetro medio de las fibras sintéticas y es particularmente

45 preferible que sea inferior a 500 veces de un diámetro medio de las fibras sintéticas. La estructura tridimensional comprende, en particular, espacios vacíos. En particular, el dispositivo de protección no es opaco. En forma alternativa, es, sin embargo, también concebible que la estructura tridimensional esté libre de espacios vacíos y/o sea implementada de forma opaca. En particular, la estructura tridimensional de fibras sintéticas tiene una superestructura piramidal. En particular, la superestructura piramidal forma una disposición reticular de elevaciones, al menos, sustancialmente piramidales y de vacíos, al menos, sustancialmente piramidales. Como resultado, con la estructura tridimensional de las fibras sintéticas que se encuentra sobre una superficie, ventajosamente, se puede aumentar la fricción con la superficie. Preferentemente, el dispositivo de protección es permeable al agua. En particular, las fibras sintéticas individuales se

50 implementan como cuerpos completos, que están preferentemente libres de otros materiales más allá del material sintético biodegradable y posibles aditivos para un control de la biodegradabilidad. En forma alternativa, al menos, una parte de las fibras sintéticas puede formar una estructura de núcleo-funda, en donde un núcleo formado por, al menos, un material diferente, por ejemplo, una fibra natural como una fibra de coco o de yute, está envuelto por una funda hecha de un material sintético biodegradable. Esta estructura de núcleo-funda permite, de forma ventajosa, controlar la capacidad de absorción de líquidos de las fibras naturales.

55

60

La estructura tridimensional está configurada, en particular, de manera tal, que, cuando se realiza la siembra, las semillas de las plantas quedan atrapadas en la estructura, permaneciendo así incluso en un terreno inclinado, y siendo particularmente no arrastradas por la lluvia o similares. Además, las semillas atrapadas en la estructura tridimensional se benefician de buenas condiciones de germinación, en particular, porque están protegidas de condiciones demasiado húmedas y/o demasiado secas para una germinación exitosa, por ejemplo, porque las semillas pueden mantenerse alejadas de un terreno demasiado húmedo, por ejemplo, de charcos, evitando así la putrefacción y, al mismo tiempo, pueden recibir una cantidad suficiente de humedad, por la formación de rocío en las grandes superficies de las fibras sintéticas, lo que favorece la germinación. Además, la estructura tridimensional favorece de forma ventajosa la estabilización del lecho del río, en particular, porque la estructura tridimensional proporciona al dispositivo de protección un grado ventajoso de fricción por deslizamiento.

Por "al menos una gran parte de las fibras sintéticas que son biodegradables" debe entenderse, en particular, que una gran parte de las fibras sintéticas están constituidas de un material sintético biodegradable. Preferentemente, todas las fibras sintéticas son biodegradables. Por una fibra sintética "ampliamente biodegradable" debe entenderse, en particular, que una gran parte del material de la fibra sintética es biodegradable. Preferentemente, las fibras sintéticas son completamente biodegradables. En particular, las fibras sintéticas no contienen materiales sintéticos oxodegradables. En particular, las fibras sintéticas biodegradables están libres de polietileno, policloruro de vinilo y/o polipropileno.

"Biodegradable" significa, en particular, biológicamente degradable y/o biológicamente descomponible. En particular, una fibra sintética biodegradable está configurada para descomponerse, en gran medida, en dióxido de carbono (CO_2) y en un residuo tamizable de baja ecotoxicidad, preferentemente marginal, dentro de un período ambientalmente compatible. Preferentemente, dentro del período ambientalmente compatible, las fracciones orgánicas de la fibra sintética se descomponen en CO_2 en, al menos, 90%. En particular, la descomposición de las fibras sintéticas biodegradables se lleva a cabo, al menos en gran medida, por microorganismos. En particular, la descomposición de la fibra sintética biodegradable resulta en una conversión, preferentemente, completa de la fibra sintética biodegradable en CO_2 y/o biomasa. Preferentemente, tras el período de cumplimiento de las normas medioambientales, 90% de los residuos de la fibra sintética no convertidos en CO_2 son tamizables a través de un tamiz con un diámetro máximo de 2 mm. El período de conformidad medioambiental es, en particular, de, al menos, 6 meses, preferentemente de, al menos, 12 meses, ventajosamente de, al menos, 2 años, preferentemente de, al menos, 3 años y especialmente de, al menos, 5 años. Además, el período de conformidad medioambiental es, en particular, de 35 años como máximo, preferentemente de 25 años como máximo, ventajosamente de 15 años como máximo, preferentemente de 10 años como máximo y especialmente de 5 años como máximo. En particular, los residuos de la fibra sintética no contienen concentraciones de los elementos zinc, cobre, níquel, cadmio, plomo, mercurio, cromo, molibdeno, selenio, arsénico y flúor o sólo pequeñas concentraciones de los elementos mencionados, que no superan los límites establecidos en la norma DIN EN 13432:2000. Preferentemente, en particular, en contraste con los residuos de policloruro de vinilo, los residuos de la fibra sintética no comprenden ninguna concentración de cloruro de hidrógeno. En particular, las fibras sintéticas no crean algún efecto negativo en un proceso de compostaje natural. En particular, las fibras de prueba implementadas de forma idéntica a las fibras sintéticas cumplen, al menos, las condiciones descritas anteriormente en lo que respecta a la ecotoxicidad, la tamizabilidad y la conversión en CO_2 dentro del período de cumplimiento medioambiental, si dichas fibras de prueba se someten a un ensayo bajo las condiciones de compostaje dadas en la norma DIN EN ISO 14855:2004. Preferentemente, las fibras sintéticas biodegradables se producen, al menos, en gran parte, preferentemente en su totalidad, a partir de materias primas de origen biológico, en particular, no fósiles. En particular, las fibras sintéticas biodegradables pueden ser completamente metabolizadas en biomasa por organismos, en particular, microorganismos.

Por "configurado" se entiende, en particular, que está específicamente programado, diseñado y/o equipado. Por un objeto configurado para una determinada función debe entenderse, en particular, que el objeto cumple y/o ejecuta dicha función en, al menos, un estado de aplicación y/o de funcionamiento.

Si al menos una parte de las fibras sintéticas está constituida, al menos parcialmente, de un material sintético de polilactida (PLA), se puede lograr ventajosamente un dispositivo de protección que tenga propiedades ventajosas de exposición a la intemperie. En particular, el material sintético PLA presenta ventajosamente una huella de carbono, al menos, sustancialmente neutra, ya que es ventajosamente producible a partir de materias primas renovables, lo que, en particular, permite evitar los efectos negativos sobre el clima y, por lo tanto, sobre la frecuencia de los fenómenos meteorológicos extremos. Además, las fibras hechas de un material sintético de PLA tienen ventajosamente una resistencia a la tensión especialmente estable, en particular, constante, incluso después de una exposición a la intemperie significativa. Ventajosamente, las fibras hechas de un material sintético de PLA son hidrofóbicas. Ventajosamente, las fibras hechas de un material sintético de PLA se pueden hilar y/o extruir. Ventajosamente, las fibras hechas de un material sintético de PLA son difíciles de encender. Con una densidad de $72,06 \text{ g mol}^{-1}$, las fibras hechas de material sintético de PLA tienen un peso ventajosamente bajo, lo que permite mantener el peso total del dispositivo de protección a un nivel ventajosamente bajo. Preferentemente, todas las fibras sintéticas están constituidas, al menos en parte, por un material sintético de PLA. Es concebible que, al menos, una parte de las fibras sintéticas o todas las fibras sintéticas estén constituidas completamente de un material sintético de PLA.

Si, además, al menos una parte de las fibras sintéticas está constituida, al menos parcialmente, en particular,

completamente, de un material sintético biodegradable que se diferencia de un material sintético de polilactida, en particular, de un ácido polihidroxi-butírico (en alemán: PHBV), de una policaprolactona (PCL), de un succinato de polibutileno (PBS) y/o de un adipato-tereftalato de polibutileno (PBAT), se puede conseguir ventajosamente un dispositivo de protección que tenga propiedades ventajosas de exposición a la intemperie, en particular, porque, al menos, una característica del dispositivo de protección, por ejemplo, la resistencia a la tensión, la elasticidad, y/o la compostabilidad, y/o un grado, respectivamente, una velocidad, por lo que la característica cambia durante la exposición a la intemperie, se puede adaptar a las condiciones que son de esperar y/o se puede optimizar. Por ejemplo, una parte de las fibras sintéticas puede estar constituida de un material sintético PLA y otra parte de las fibras sintéticas puede estar constituida de un material sintético biodegradable, diferente del material sintético PLA. El dispositivo de protección resultante está diseñado, en particular, como una mezcla de fibras sintéticas que están hechas de, al menos, dos materiales sintéticos biodegradables diferentes y que están interconectadas por conexión de ajuste forzado y/o por unión de sustancia a sustancia. Esto permite, de forma ventajosa, combinar las características de diferentes materiales sintéticos biodegradables.

Se propone, además, que al menos una parte, preferentemente una gran parte de las fibras sintéticas esté constituida, al menos parcialmente, preferentemente completamente, de una mezcla hilable de, al menos, dos, en particular, precisamente dos materiales sintéticos biodegradables. Esto permite, en particular, conseguir un dispositivo de protección con ventajosas propiedades de resistencia a la intemperie. En particular, de este modo es posible adaptar y/u optimizar, al menos, una característica del dispositivo de protección, en particular, una característica material de las fibras sintéticas del dispositivo de protección, por ejemplo, la resistencia a la tensión, la capacidad de expansión y/o la compostabilidad, y/o la adaptación y/o un grado, respectivamente, una velocidad, por lo que la característica, en particular, la característica material, cambia durante la intemperie, a las condiciones que son de esperar. De este modo, se pueden combinar ventajosamente características de diferentes materiales sintéticos biodegradables en una fibra sintética, consiguiendo así, en particular, un dispositivo de protección optimizado que tenga las nuevas características. El término "hilable" significa, en particular, que se puede extruir. Un material sintético hilable y/o una mezcla hilable pueden, en particular, adoptar la forma de un elemento longitudinal, preferentemente, un monofilamento, que tiene una extensión longitudinal que es mayor que una extensión transversal máxima, que corre perpendicularmente a la extensión longitudinal, al menos, por un factor de 10, preferentemente, al menos por un factor de 50 y, preferentemente, al menos por un factor de 100. Por "mezcla" se entiende, en particular, una mezcla de polímeros, preferentemente, una mezcla de polímeros mezclable o una mezcla de polímeros compatible, que constituye, en particular, una mezcla puramente física de, al menos, dos materiales sintéticos, en particular, materiales biodegradables. En particular, la mezcla se configura como una mezcla de PLA+PCL, una mezcla de PLA+PBAT, una mezcla de PLA+PHBV o, preferentemente, como una mezcla de PLA+PBS.

Si al menos uno de los componentes de la mezcla hilable está configurado como material sintético de polilactida, en donde el porcentaje de volumen del material sintético de polilactida de las fibras sintéticas implementadas de la mezcla hilable es de, al menos, 40%, preferentemente de, al menos, 50%, ventajosamente de, al menos, 60%, particularmente ventajosamente de, al menos, 70% y preferentemente de no más de 80%, se consiguen características materiales ventajosas. Particularmente preferible es que el porcentaje en volumen de los materiales sintéticos de PLA de todas las fibras sintéticas esté entre 50% y 60%. En particular, es posible combinar ventajosamente una resistencia a la tensión relativamente alta del material sintético de PLA con una capacidad de expansión relativamente alta de un material sintético de PBAT o un material sintético de PBS. Ventajosamente, de este modo se consigue una fibra sintética biodegradable, que tiene una mayor resistencia a la tensión que las fibras sintéticas de PBAT puras, que las fibras sintéticas de PBS puras o que las fibras sintéticas de PCL puras y que, en particular, tiene una mayor capacidad de expansión que las fibras sintéticas de PLA puras. En particular, la mezcla se configura como una mezcla de PLA+PCL con una proporción de mezcla de 80:20, como una mezcla de PLA+PBAT con una proporción de mezcla de 50:50, como una mezcla de PLA+PBAT con una proporción de mezcla de 60:40, como una mezcla de PLA+PBS con una proporción de mezcla de 50:50 o preferentemente como una mezcla de PLA+PBS con una proporción de mezcla de 60:40. En forma alternativa, se pueden concebir otras proporciones de mezcla y/u otras combinaciones de materiales sintéticos biodegradables.

Además, se propone que, al menos, una gran parte de las fibras sintéticas, en particular, al menos las fibras sintéticas biodegradables sean termoplásticamente deformables. De esta manera se puede facilitar la capacidad de moldear las fibras sintéticas, en particular, del dispositivo de protección, permitiendo así ventajosamente una estructura tridimensional particularmente compleja de las fibras sintéticas, que están interconectadas por conexión de ajuste forzado y/o por unión de sustancia a sustancia. Además, para la producción del dispositivo de protección se puede lograr ventajosamente un enlace de sustancia a sustancia entre las fibras sintéticas individuales. En particular, las fibras sintéticas son termoplásticamente deformables a temperaturas superiores a 150°C, preferentemente superiores a 160°C, ventajosamente superiores a 180°C, preferentemente superiores a 200°C y muy preferentemente inferiores a 220°C. En particular, una deformabilidad termoplástica es una condición suficiente para una buena capacidad de extrusión.

Según la invención, las fibras sintéticas forman un tejido tridimensional, monofilamento, -de fibras aleatorias-, que tiene espacios vacíos entre una gran parte de las fibras sintéticas. Ventajosamente, de este modo se consigue una capacidad de sembrado especialmente buena, en particular, porque las semillas de las plantas encuentran condiciones favorables, en particular, condiciones de humedad, para la germinación en los espacios vacíos de la trama de fibras aleatorias de monofilamento. Ventajosamente, las semillas de las plantas quedan atrapadas fácilmente en la trama de fibra aleatoria de monofilamento. El monofilamento de fibra aleatoria forma, en particular, un material no tejido, aleatorio y tridimensional.

La trama de fibra aleatoria de monofilamento tiene una estructura de trama de fibra aleatoria de monofilamento. La estructura de la trama de fibras aleatorias de monofilamento, en particular, permite una estructura tridimensional sencilla. Además, la estructura de trama de fibra aleatoria de monofilamento, con su pluralidad de espacios vacíos, permite obtener ventajosamente una permeabilidad beneficiosa al agua y a la luz del dispositivo de protección y, en particular, un bajo peso total del dispositivo de protección. Según la invención, debido a la estructura de trama de fibra aleatoria de monofilamento, la materia fina del material de la pendiente, por ejemplo, las piedras pequeñas y/o los pequeños bultos de tierra, no pueden pasar el dispositivo de protección y, en particular, son retenidos. Según la invención, la materia fina queda atrapada en la estructura de la trama de fibra aleatoria de monofilamento. Esto permite mejorar el efecto de retención. La estructura de trama de fibras aleatorias de monofilamento está formada, en particular, de una pluralidad de fibras sintéticas, que forman monofilamentos que se extienden, sin orden, en particular, aleatoriamente, en todas las direcciones. Las fibras sintéticas de la estructura de trama de fibras aleatorias de monofilamento están varias veces dobladas y/o retorcidas. La estructura de trama de fibra aleatoria de monofilamento recuerda, en particular, a los fideos instantáneos asiáticos secos. En particular, en los puntos de intersección de la estructura de trama de fibra aleatoria de monofilamento, los monofilamentos individuales de la trama de fibra aleatoria de monofilamento están interconectados (termoplásticamente), en particular, fundidos entre sí.

Si el dispositivo de protección comprende una malla metálica, se consigue ventajosamente un efecto protector favorable, en particular, un buen efecto protector contra la erosión. El dispositivo de protección con la malla metálica tiene ventajosamente una alta resistencia y/o estabilidad. Ventajosamente, la malla metálica está configurada para la retención del suelo y/o de la roca, respectivamente de las piedras, del terreno que debe ser protegido. De este modo, se consigue ventajosamente un alto nivel de seguridad. En particular, la malla metálica tiene forma de malla regular. En forma alternativa, la forma de las mallas individuales puede diferir de otras mallas y/o la malla metálica puede tener una forma de malla irregular. En particular, la malla metálica tiene una forma de malla romboidal, especialmente regular. Esto permite, ventajosamente, sujetar con seguridad incluso pequeños trozos de piedra. En forma alternativa, la malla metálica puede tener una forma de malla diferente, por ejemplo, una forma de malla cuadrada, una forma de malla hexagonal y/o una forma de malla redonda. En particular, el alambre de la malla metálica tiene un grosor que es, por ejemplo, de aproximadamente 1 mm, de aproximadamente 2 mm, de aproximadamente 3 mm, de aproximadamente 4 mm, de aproximadamente 5 mm, de aproximadamente 6 mm, de aproximadamente 7 mm o incluso más o incluso menos, o también un diámetro que tiene un valor intermedio. Además, son concebibles diámetros mayores, en particular, significativamente mayores, si el elemento longitudinal comprende una pluralidad de componentes, en particular, una pluralidad de alambres, como por ejemplo, en el caso de un alambre de acero o un cordón o un haz de alambres, o similares. En particular, el alambre de la malla metálica comprende una capa de protección contra la corrosión, por ejemplo, una capa de zinc aplicada mediante galvanización en caliente, una capa de protección contra la corrosión de Al/Zn, una capa de protección contra la corrosión de Al/Zn/Mg, o similares. En forma alternativa, el alambre está constituido de acero resistente a la oxidación y/o no oxidable. En particular, la capa de protección contra la corrosión tiene una masa por unidad de superficie de, al menos, 110 g/m², preferentemente de, al menos, 150 g/m², preferentemente de, al menos, 200 g/m² y especialmente de, al menos, 250 g/m². En particular, la malla metálica tiene una materialización plana. En particular, la malla metálica tiene un plano de extensión principal que se extiende, al menos, sustancialmente paralelo a un plano de extensión principal de la tela de fibra aleatoria. Preferentemente, la malla metálica se extiende, al menos, sobre una gran parte de la extensión plana total del dispositivo de protección. Preferentemente, la malla metálica se extiende completamente sobre la extensión plana total del dispositivo de protección. Por "plano de extensión principal" de una unidad estructural se entiende, en particular, un plano que es paralelo a una cara lateral más grande de un cubo rectangular imaginario más pequeño, que encierra completamente la unidad estructural y que, en particular, se extiende a través del punto central del cubo rectangular. Por "sustancialmente paralela" se entiende aquí, en particular, una orientación de una dirección con respecto a una dirección de referencia, en particular, en un plano, en donde la dirección difiere de la dirección de referencia, en particular, en menos de 8°, ventajosamente en menos de 5° y muy ventajosamente en menos de 2°.

Además, se propone que la malla metálica esté formada, al menos, por elementos longitudinales en forma de hélice, que están trenzados entre sí. De esta manera, en particular, se puede producir una malla metálica ventajosamente estructurada. Dicha malla metálica tiene, ventajosamente, una alta resistencia a la tensión. Ventajosamente, tal malla metálica se implementa de manera tal, que puede ser enrollada con el dispositivo de protección, en particular, la tela de fibra aleatoria. De este modo, se puede facilitar ventajosamente el montaje y/o transporte. En particular, un elemento longitudinal tiene una extensión longitudinal que es mayor que una extensión transversal máxima, que corre perpendicularmente a la extensión longitudinal, al menos, por un factor de 10, preferentemente al menos por un factor de 50, y preferentemente al menos por un factor de 100. En particular, al menos uno de los elementos longitudinales en forma de hélice, preferentemente todos los elementos longitudinales en forma de hélice, está fabricado, al menos, de un solo alambre, un haz de alambres, un cordón de alambres, un cable de alambre y/u otro elemento longitudinal con, al menos, un alambre. Un "alambre" significa en particular, en este contexto, un cuerpo alargado y/o delgado y/o al menos plegable por máquina y/o flexible. Ventajosamente, el alambre tiene a lo largo de su dirección longitudinal una sección transversal, al menos, sustancialmente constante, en particular, en forma de círculo o elíptica. Especialmente ventajoso es que el alambre sea un alambre redondo. Sin embargo, también es concebible que el alambre sea implementado, al menos en sección o completamente, como un alambre plano, un alambre cuadrado, un alambre poligonal y/o un alambre de perfil.

En particular, los elementos longitudinales tienen una forma de espiral plano, en particular, prensado. Los elementos longitudinales en forma de hélice tienen, en particular, al menos un primer tramo, al menos un segundo tramo y al menos una región de flexión, que conecta el primer tramo y el segundo tramo entre sí. Ventajosamente, los elementos longitudinales en forma de hélice vecinos, que están trenzados entre sí, están conectados a través de sus regiones de flexión. De forma especialmente ventajosa, dos regiones de flexión de diferentes elementos longitudinales en forma de hélice están conectadas entre sí, en particular, enganchadas entre sí. En particular, los elementos longitudinales en forma de hélice de la malla metálica tienen la misma dirección de rotación.

Ventajosa y respectivamente, dos elementos longitudinales en forma de hélice están anudados entre sí, en particular, respectivamente, en uno de sus extremos y/o, respectivamente, en uno de sus extremos, que está situado frente a los primeros.

En particular, los elementos longitudinales en forma de hélice, que están trenzados entre sí, están entrelazados entre sí. Preferentemente, la dirección longitudinal de los elementos longitudinales en forma de hélice está orientada, al menos, sustancialmente paralela o paralela a una dirección de extensión principal de los elementos longitudinales en forma de hélice. Preferentemente, el plano de extensión principal de la hélice está dispuesto, al menos, sustancialmente paralelo a un plano de extensión principal de la malla metálica, al menos, en un estado planificado y/o enrollado planificado de la malla metálica, que puede diferir, en particular, de un estado instalado de la malla metálica. Por "dirección de extensión principal" de un objeto debe entenderse aquí, en particular, una dirección que se extiende paralela a la arista más larga de un cubo rectangular geométrico más pequeño que todavía encierra completamente el objeto.

Además, se propone que la malla metálica esté, en particular, al menos por dos lados, trenzada con las fibras sintéticas. De este modo, se puede lograr una combinación ventajosa de una estructura de fibra sintética, en particular, la trama de fibra aleatoria, preferentemente, la estera de púas. Ventajosamente, la malla metálica y la estructura de fibra sintética, en particular, la trama de fibra aleatoria y/o la estera de púas, pueden colocarse en una sola etapa de trabajo. Esto permite ventajosamente simplificar el montaje. Además, se puede lograr ventajosamente el anclaje permanente de un terreno inclinado, en particular, un terraplén, incluso después de la descomposición biológica de las fibras sintéticas. En particular, esto permite combinar las ventajas de la siembra fácil y una alta seguridad. En particular, la malla metálica y la estructura de fibras sintéticas, en particular, la trama de fibras aleatorias y/o la estera de púas, están conectadas de manera tal, que no es posible una separación, sin destrucción. El término "de manera que no sea posible una separación, sin destrucción" significa, en particular, que no pueden separarse entre sí, sin sufrir daños. El término "trenzado con las fibras sintéticas" significa, en particular, que la malla metálica ha sido trabajada en la estructura aleatoria de las fibras sintéticas, que están interconectadas por enlace sustancia a sustancia y/o que la malla metálica está rodeada en, al menos, dos lados, preferentemente, en todos los lados, por las fibras sintéticas que están interconectadas por enlace sustancia a sustancia. En particular, la malla metálica forma algo así como una red de soporte para una red tridimensional dispuesta aleatoriamente, que está constituida de fibras sintéticas y rodea la malla metálica.

También se propone que, al menos, una parte de las fibras sintéticas esté conectada con la malla metálica mediante un enlace de sustancia a sustancia. De este modo, se consigue una combinación especialmente estable de malla metálica y fibras sintéticas.

Además, se propone que la malla metálica tenga una estructura tridimensional, tipo colchón. De este modo, se consigue una gran flexibilidad del dispositivo de protección, en particular, de la malla metálica, con respecto a una carga en una dirección de carga, que es perpendicular al plano de extensión principal de la malla metálica. Por ejemplo, esto hace que el dispositivo de protección sea transitable y/o -dentro de unos límites- manejable, en particular, durante el montaje. Además, la estructura tridimensional en forma de colchón permite ventajosamente aumentar una fricción, en particular, un dentado, con una estructura superficial del terreno. Esto resulta ventajosamente en una mejora de una estabilización del terreno, en particular, en una reducción adicional de la erosión. Por medio de la estructura tridimensional, tipo colchón, de la malla metálica, es posible, además, soportar ventajosamente una altura de extensión de la estructura tridimensional implementada por fibras sintéticas, en particular, de la trama tridimensional de fibra aleatoria, de manera tal, que, en particular, un aplanamiento de la estructura tridimensional, en particular, de la trama de fibra aleatoria, de un dispositivo de protección instalado con el tiempo puede mantenerse a un nivel preferentemente bajo. Por "estructura similar a un colchón" debe entenderse, en particular, una estructura plana tridimensional que tiene una capacidad de amortiguación en una dirección perpendicular a la extensión plana de la estructura.

Si la malla metálica comprende, al menos, un alambre que está constituido, al menos en parte, por un acero de alta resistencia, en particular, con una resistencia a la tensión de, al menos, 500 N/mm², preferentemente al menos 750 N/mm², ventajosamente al menos 1000 N/mm², muy ventajosamente al menos 1770 N/mm², preferentemente al menos 2500 N/mm², y muy preferentemente no más de 3000 N/mm², se logra ventajosamente una estabilidad especialmente alta del dispositivo de protección. En particular, esto permite alcanzar un alto nivel de seguridad.

Además, se propone que en, al menos, un ensayo de tensión, al menos, una pieza de fibra de prueba de, al menos, una fibra sintética, en particular, al menos sustancialmente no desgastada y/o al menos sustancialmente como nueva, del dispositivo de protección, en particular, al menos una pieza de haz de fibras de prueba de un haz de fibras del dispositivo de protección, presente una resistencia superior a 70 MPa, preferentemente superior a 80 MPa, preferentemente superior

a 90 MPa y especialmente preferentemente superior a 100 MPa. De este modo se consigue ventajosamente una elevada robustez, en particular, inicial del dispositivo de protección. Esto permite ventajosamente el montaje y la siembra fáciles, en particular, porque el dispositivo de protección es transitable y/o hasta cierto punto manejable, en particular, durante el montaje y/o durante la siembra. Además, de este modo se consigue una capacidad de retención especialmente buena, que es, en particular, mejor que la capacidad de retención de las esteras de protección contra la erosión habituales que se configuran, por ejemplo, con fibra de yute o de coco. En particular, la pieza de fibra de prueba, en particular, la pieza del haz de fibras de prueba es, al menos, sustancialmente idéntica a una fibra sintética del dispositivo de protección, en particular, a un haz de fibras sintéticas del dispositivo de protección. Preferentemente, "sustancialmente idéntico" significa idéntico, excepto por las tolerancias de fabricación y/o en los límites de las posibilidades tecnológicas de fabricación. En particular, la pieza de fibra de prueba se materializa en una configuración de una sola pieza. Preferentemente, la pieza de fibra de prueba comprende, al menos, 10, preferentemente, al menos, 20 fibras sintéticas, en donde, si el dispositivo de protección comprende diferentes tipos de fibras, la composición de la pieza de fibra de prueba corresponde a una composición media de las fibras sintéticas del dispositivo de protección. En particular, la pieza de fibra de prueba es recta. En particular, la pieza de fibra de prueba y/o la pieza del haz de fibras de prueba tiene una longitud de, al menos, 1 cm, preferentemente de, al menos, 2 cm, preferentemente de, al menos, 10 cm y como máximo de 20 cm. En particular, en el ensayo de tensión, la pieza de fibra de prueba y/o la pieza del haz de fibras de prueba se sujeta respectivamente con sus extremos en un dispositivo de ensayo de tensión por medio de mordazas de sujeción, en donde las mordazas de sujeción se separan entre sí en el ensayo de tensión. En particular, en el ensayo de tensión las mordazas se separan entre sí con una velocidad de 20 mm/min y se miden las fuerzas respectivas que surgen en las mordazas hasta que la pieza de fibra de ensayo y/o la pieza del haz de fibras de ensayo se rompen. La resistencia resultante es, en particular, equivalente a la fuerza máxima que actúa relativamente sobre un área de la sección transversal de la pieza de fibra de ensayo y/o de la pieza del haz de fibras de ensayo y que es soportada por la pieza de fibra de ensayo y/o la pieza del haz de fibras de ensayo, sin romperse. Preferentemente, la resistencia se entiende como una resistencia media, en la que, en particular, se requiere al menos una estadística de diez mediciones individuales para determinar la resistencia media. Por "sustancialmente como nuevo" se entiende, en particular, la ausencia de daños anteriores causados por la luz ultravioleta, la humedad y la carga de tensión. Por "resistencia" de una pieza de fibra de prueba y/o de un haz de fibras de prueba se entiende, en particular, una resistencia a la tensión de la pieza de fibra de prueba y/o del haz de fibras de prueba.

Se propone, además, que cuando la pieza de fibra de prueba, en particular, la pieza de haz de fibras de prueba, haya pasado por un ensayo de radiación y de exposición a la intemperie de, al menos, 500 horas, en particular, normalizado, en una cámara de exposición a la intemperie, en donde la pieza de fibra de prueba, en particular, la pieza de haz de fibras de prueba, haya sido sometida, al menos cíclicamente, al menos a una radiación de luz ultravioleta y al menos a una intemperie por agua pulverizada, la pieza de fibra de prueba, en particular, la pieza de fibra de prueba, presenta en el ensayo de tensión una resistencia remanente de, al menos, 66%, preferentemente al menos 75%, ventajosamente al menos 85%, preferentemente al menos 90% y especialmente preferentemente no más de 95% de una resistencia inicial de la pieza de fibra de prueba, en particular, la pieza de fibra de prueba, en un estado no desgastado, en particular, al menos sustancialmente como nuevo. De este modo se consigue ventajosamente un alto nivel de seguridad del dispositivo de protección, en particular, durante un primer período de vegetación tras la instalación del dispositivo de protección. Además, se puede permitir un almacenamiento, sin protección, en un lugar de instalación antes y/o durante el montaje durante un tiempo limitado. Por "resistencia inicial" se entiende, en particular, una resistencia tras la producción de una fibra sintética y/o una resistencia antes de la intemperie de la fibra sintética.

En particular, el ensayo de radiación y/o exposición a la intemperie comprende, al menos, una secuencia de ciclos de radiación y exposición a la intemperie, durante los cuales la pieza de fibra de ensayo, en particular, la pieza de haz de fibras de ensayo, se expone a condiciones ambientales predeterminadas. Un ciclo de radiación y exposición a la intemperie tiene una duración de 120 minutos. Durante la ejecución del ensayo de radiación y exposición a la intemperie, los ciclos de radiación y exposición a la intemperie se repiten, sin pausa. El ensayo de radiación y exposición a la intemperie de 500 horas comprende, en particular, una secuencia de 250 ciclos de radiación y exposición a la intemperie, al menos sustancialmente idénticos. Un ciclo de radiación y exposición a la intemperie comprende, en particular, una irradiación, preferentemente continua, con luz ultravioleta, en una gama de longitudes de onda entre 300 nm y 400 nm con una intensidad de irradiación de $60 \text{ W/m}^2 \pm 2 \text{ W/m}^2$, preferentemente mediante una lámpara de xenón con filtros respectivos para una simulación de la radiación ultravioleta de la luz del día. Cada ciclo de radiación y exposición a la intemperie comprende, además, una fase de pulverización de 18 minutos, durante la cual la pieza de fibra de ensayo, en particular, la pieza de haz de fibras de ensayo, se expone a la pulverización con agua de pulverización, y una fase de secado de 102 minutos, durante la cual la pieza de fibra de ensayo, en particular, la pieza de haz de fibras de ensayo, está libre de la pulverización con agua de pulverización. En particular, una temperatura de la cámara de exposición a la intemperie es, preferentemente constante, de $38^\circ\text{C} \pm 3^\circ\text{C}$ durante la ejecución del ensayo de radiación y de exposición a la intemperie en la cámara de exposición a la intemperie. En particular, una humedad relativa dentro de la cámara de exposición a la intemperie es, preferentemente constante, de $50\% \pm 10\%$ durante la ejecución del ensayo de radiación y de exposición a la intemperie. En particular, una temperatura estándar negra de la pieza de fibra de prueba, en particular, la pieza de haz de fibras de prueba, dentro de la cámara de exposición a la intemperie es, preferentemente constante, de $65^\circ\text{C} \pm 3^\circ\text{C}$ durante la ejecución del ensayo de radiación y de intemperie. El transcurso del ensayo de radiación y exposición a la intemperie sigue preferentemente las condiciones del ciclo 1 del procedimiento A, según la norma DIN EN ISO 4892-2:2013-06.

Además, se propone que en, al menos, un prueba de expansión al menos una pieza de fibra de prueba de, al menos, una fibra sintética del dispositivo de protección, en particular, al menos sustancialmente no desgastada y/o al menos sustancialmente como nueva, en particular, al menos una pieza de haz de fibras de prueba de un haz de fibras del dispositivo de protección, tenga una elasticidad superior al 500%, preferentemente superior al 600%. De este modo, se consigue ventajosamente una flexibilidad elevada, en particular, inicial, y en especial una elasticidad, del dispositivo de protección. Esto permite ventajosamente el montaje y la siembra fáciles, en particular, si el dispositivo de protección es transitable y/o dentro de unos límites- manejable, en particular, durante el montaje y/o durante la siembra. Además, resulta ventajoso conseguir una adaptabilidad favorable del dispositivo de protección a las irregularidades del terreno. En particular, en la prueba de expansión, la pieza de fibra de prueba o la pieza del haz de fibras de prueba se sujeta respectivamente en sus extremos en un dispositivo de prueba de expansión mediante mordazas de sujeción, en donde las mordazas de sujeción se separan entre sí en la prueba de expansión. El dispositivo de prueba de expansión se implementa preferentemente de forma idéntica al dispositivo de ensayo de tensión. Preferentemente, el dispositivo de ensayo de tensión está configurado, además, de para la ejecución del ensayo de tensión, también para realizar la prueba de expansión, y viceversa. En particular, en la prueba de expansión, las mordazas se separan una de otra con una velocidad de 20 mm/min y se miden los cambios de longitud respectivos de la pieza de fibra de prueba o de la pieza del haz de fibras de prueba hasta que la pieza de fibra de prueba y/o la pieza del haz de fibras de prueba se rompan. La capacidad de expansión resultante es, en particular, el cambio de longitud máximo sostenido por la pieza de fibra de prueba y/o la pieza del haz de fibras de prueba, sin romperse. Preferentemente, la capacidad de expansión debe entenderse como una capacidad de expansión media en la que, en particular, para la determinación de una capacidad de expansión media se requiere al menos una estadística de diez mediciones individuales.

Si, después de haber pasado por un ensayo de radiación y de exposición a la intemperie de, al menos, 500 horas, en particular, normalizado, en una cámara de exposición a la intemperie, en donde la pieza de fibra de prueba, en particular, la pieza de haz de fibras de prueba, se expone, al menos, cíclicamente a una radiación de luz ultravioleta y, al menos, a una exposición a la intemperie a través de agua, la pieza de fibra de prueba, en particular, la pieza de haz de fibras de prueba, presenta en la prueba de expansión una capacidad de expansión restante de, al menos, 50%, preferentemente de, al menos, 66%, ventajosamente al menos 75%, muy ventajosamente al menos 85%, preferentemente al menos 90% y muy preferentemente al menos 95% de una capacidad de expansión inicial de la pieza de fibra de prueba, en particular, de la pieza de haz de fibras de prueba, en un estado no desgastado, en particular, como nuevo, ventajosamente se puede habilitar una reelaboración de un dispositivo de protección instalado, por ejemplo, para una re-siembra, para la cual el dispositivo de protección debe ser recorrido una vez más. Además, de este modo se puede permitir ventajosamente un almacenamiento, sin protección, en un lugar de instalación, antes y/o durante el montaje, durante un período limitado. Por "capacidad de expansión inicial" se entiende, en particular, una capacidad de expansión después de la producción de una fibra sintética y/o una capacidad de expansión antes de una exposición a la intemperie de la fibra sintética.

También se propone que en, al menos, un ensayo de compostaje realizado sobre, al menos, una pieza de fibra de prueba de, al menos, una fibra sintética al menos parcialmente biodegradable del dispositivo de protección, en particular, sobre al menos una pieza de haz de fibras de prueba de un haz de fibras, al menos parcialmente biodegradable del dispositivo de protección, al menos 10%, preferentemente al menos 30%, ventajosamente al menos 50%, preferentemente al menos 70% y muy preferentemente al menos 90% de la pieza de fibra de prueba, en particular, de la pieza del haz de fibras de prueba, se han descompuesto biológicamente y, en particular, se han desintegrado después de un período de 2 años, en particular, de 4 años, preferentemente de 6 años y preferentemente de 8 años. De este modo, se consiguen unas características de exposición a la intemperie especialmente ventajosas. De forma ventajosa, se consigue una buena compatibilidad medioambiental, permitiendo así de forma ventajosa una idoneidad especialmente buena para su uso en regiones ecológicamente sensibles. En particular, la biodegradabilidad es adaptable a las condiciones ambientales que son de esperar en un lugar de instalación y/o adaptable a los usos previstos del dispositivo de protección. En particular, la biodegradabilidad se puede ajustar mediante la adición de pequeñas cantidades de aditivos, que aumentan o reducen la biodegradabilidad. Por ejemplo, las fibras sintéticas para un dispositivo de protección configurado para la siembra y/o re-siembra de una superficie son ventajosamente rápidamente descomponibles biológicamente y se descomponen, al menos, en gran medida después de un máximo de 2 años, con una gran parte de una descomposición que tiene lugar preferentemente en el segundo año de servicio del dispositivo de protección. En forma alternativa, por ejemplo, las fibras sintéticas para un dispositivo de protección configurado principalmente para la protección contra la erosión, sin re-siembra serán más duraderas, y la descomposición biológica tendrá lugar más tarde, de manera tal, que después de 5 años, en particular, 8 años, preferentemente 10 años, al menos una gran parte de las fibras sintéticas biodegradables seguirá estando ahí. En particular, el ensayo de compostaje se realiza en una instalación de compostaje de prueba en condiciones de compostaje controladas. Preferentemente, el ensayo de compostaje se realiza en las condiciones de compostaje indicadas en la norma DIN EN ISO 14855:2004-10. Las condiciones de compostaje controladas comprenden, en particular, una mezcla de las fibras sintéticas biodegradables con un inóculo, que se implementa preferentemente como un compost bien aireado, procedente de una instalación de compostaje aeróbico y que está, al menos, sustancialmente libre de objetos inertes de gran tamaño. Las fibras sintéticas biodegradables se desmenuzan, en particular, de manera que la superficie total de los trozos individuales de fibras sintéticas sea inferior a 2 cm por 2 cm. Una proporción de materia seca total con respecto a la totalidad del inóculo del ensayo de compostaje está, en particular, entre 5:10 y 5,5:10. Una proporción de materia seca orgánica con respecto a la totalidad del inóculo del ensayo de compostaje es, en particular, inferior a 1,5:10. La relación entre la materia seca orgánica y la totalidad de la materia seca del ensayo de compostaje es, en particular, inferior a 3:10. Un valor de pH de una mezcla compuesta por una parte de inóculo y cinco partes de agua desionizada

está, en particular, entre 7,0 y 9,0. Una actividad del inóculo del ensayo de compostaje se realiza, en particular, de manera tal, que un material de referencia biológicamente descomponible, por ejemplo, una película de referencia de celulosa TLC con un tamaño de partícula inferior a 20 µm, emite en 10 días entre 50 mg y 150 mg de CO₂ por gramo de materia seca orgánica. En particular, la mezcla de inóculo y fibras sintéticas biodegradables se somete al ensayo de compostaje en un recipiente de la instalación de compostaje de prueba, que tiene un volumen interior de, al menos, 3 l, en donde el recipiente se llena en, al menos, dos tercios con la mezcla de inóculo y fibras sintéticas biodegradables. El recipiente lleno de la instalación de compostaje de prueba se expone, en particular, a una temperatura constante de 58°C ± 2°C y a una atmósfera saturada de agua, al menos, sustancialmente libre de CO₂. Durante el ensayo de compostaje, el recipiente de la instalación de compostaje de prueba se agita una vez a la semana. Un porcentaje de agua de la mezcla del inóculo y de las fibras sintéticas biodegradables es, en particular, al menos sustancialmente constante en 50%. Un valor de pH de la mezcla del inóculo y de las fibras sintéticas biodegradables se sitúa, en particular, entre 7,0 y 9,0 durante todo el ensayo de compostaje.

También se propone que, en el ensayo de compostaje realizado sobre al menos una pieza de fibra de prueba de, al menos, una fibra sintética, al menos, parcialmente biodegradable del dispositivo de protección, en particular, sobre, al menos, una pieza de haz de fibras de prueba de un haz de fibras, al menos, parcialmente biodegradable del dispositivo de protección, se haya descompuesto biológicamente un máximo de 10%, preferentemente, un máximo de 15%, ventajosamente, un máximo de 20% y, preferentemente, un máximo de 30% de la pieza de fibra de prueba, en particular, de la pieza de haz de fibras de prueba, después de un período de 0,5 años, preferentemente 2 años, ventajosamente 4 años, muy ventajosamente 6 años, preferentemente 8 años y especialmente 10 años. De este modo se consigue ventajosamente un alto nivel de estabilidad y/o seguridad del dispositivo de protección durante el primer período de vegetación. Además, se permite ventajosamente un buen soporte del arraigo de la vegetación durante el primer período de vegetación. Más allá de esto, la protección anti-erosiva de las fibras sintéticas puede mantenerse ventajosamente al menos mientras no haya suficiente vegetación que contribuya a la protección anti-erosiva, es decir, al menos durante el primer período de vegetación.

Además, se propone el anclaje de la pendiente con el dispositivo de protección. Esto permite ventajosamente proporcionar el anclaje de la pendiente con una alta compatibilidad ambiental.

Además, se propone un uso del dispositivo de protección para la siembra y/o re-siembra de una superficie de tierra en pendiente y propensa a la erosión. De este modo, se puede permitir la siembra eficaz, en particular, mediante condiciones de germinación ventajosas y/o evitando ventajosamente que las semillas distribuidas sean arrastradas por las fuertes lluvias.

Además, se propone un método para producir el dispositivo de protección en donde en, al menos, una etapa de estructuración, las fibras sintéticas, que se implementan inicialmente por separado unas de otras y que son al menos en gran medida biodegradables, se conectan entre sí mediante una conexión de ajuste forzado y/o mediante un enlace de sustancia a sustancia, en particular, mediante un calentamiento de las fibras sintéticas, de manera tal, que las fibras sintéticas, al menos en gran medida biodegradables, forman una estructura similar a una estera de púas, según la invención preferentemente una estructura de trama de fibra aleatoria de monofilamento, con una estructura esencialmente tridimensional. De esta manera, en particular, se puede producir un dispositivo de protección que tiene las características ventajosas mencionadas anteriormente.

Se propone, además, que, en, al menos, otra etapa del método que precede a la etapa de estructuración, las fibras sintéticas orientadas aleatoriamente, al menos en gran medida biodegradables, se dispongan en capas por encima y por debajo de una malla metálica, de manera que en la etapa de estructura la malla metálica se trence con las fibras sintéticas. De este modo es posible, en particular, producir un dispositivo de protección con las características ventajosas mencionadas, que está ventajosamente reforzado adicionalmente por una malla metálica.

El dispositivo de protección según la invención, el anclaje de la pendiente según la invención, el uso del dispositivo de protección según la invención y/o el método para producir el dispositivo de protección según la invención no deben limitarse aquí a la aplicación e implementación descritas anteriormente. En particular, para cumplir una funcionalidad que se describe aquí, el dispositivo de protección según la invención, el anclaje de pendientes según la invención, el uso del dispositivo de protección según la invención y/o el método para producir el dispositivo de protección según la invención pueden comprender un número de elementos individuales, componentes estructurales y unidades que difiere de un número dado aquí.

DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

Otras ventajas se harán evidentes a partir de la siguiente descripción de los dibujos. En los dibujos se ilustran dos modalidades ejemplares de la invención. Los dibujos, la descripción y las reivindicaciones contienen una pluralidad de características en combinación. Un experto en el arte también considerará, a propósito, las características por separado y encontrará otras combinaciones convenientes.

La Fig. 1 muestra una vista lateral esquemática del anclaje de pendientes con un dispositivo de protección.

La Fig. 2 muestra una vista superior esquemática sobre el dispositivo de protección.

La Fig. 3 muestra una vista lateral esquemática del dispositivo de protección.

La Fig. 4 muestra una vista superior esquemática sobre el dispositivo de protección con una malla metálica.

La Fig. 5 muestra una vista lateral esquemática del dispositivo de protección con la malla metálica.

5 La Fig. 6 muestra una vista esquemática de un dispositivo de ensayo de tensión.

La Fig. 7 muestra un diagrama de flujo de un ensayo de tensión y una prueba de expansión, mediante el dispositivo de ensayo de tensión.

La Fig. 8 muestra una cámara de exposición a la intemperie para la realización de un ensayo de radiación y de exposición a la intemperie.

10 La Fig. 9 muestra un diagrama de flujo de un método para producir el dispositivo de protección con la malla metálica.

La Fig. 10 es una vista superior esquemática de un dispositivo de protección alternativo, que no forma parte de la invención, y

la Fig. 11 muestra una vista lateral esquemática del dispositivo de protección alternativo, que no forma parte de la invención.

15 Descripción de las modalidades ejemplares

La Figura 1 muestra una sección lateral a través del anclaje de pendiente 32a y el suelo y/o la piedra o la roca subyacentes. El anclaje de la pendiente 32a está configurado para asegurar una pendiente contra la erosión. El anclaje de la pendiente 32a está configurado para el anclaje de la pendiente contra los deslizamientos de tierra y/o el lavado del material de la pendiente. El anclaje de la pendiente 32a comprende un dispositivo de protección 34a. El dispositivo de protección 34a está implementado como un dispositivo de protección contra la erosión. El dispositivo de protección 34a se implementa como un geotextil. El dispositivo de protección 34a está configurado para extenderse de forma plana, sobre una superficie 10a de la pendiente que se debe proteger. El dispositivo de protección 34a está configurado para cubrir planamente una superficie de tierra de la pendiente. El dispositivo de protección 34a está implementado en forma de paneles y está implementado de manera que pueda ser enrollado para su transporte. Para el recubrimiento de la superficie 10a que debe protegerse, los paneles del dispositivo de protección 34a se despliegan sobre la superficie 10a, se interconectan en los bordes laterales de los paneles individuales y se extienden y fijan sobre la superficie 10a que debe protegerse, mediante cuerdas de tensión y elementos de anclaje 42a. El dispositivo de protección 34a forma un dispositivo de protección.

El anclaje de la pendiente 32a comprende, al menos, un elemento de anclaje 42a. El elemento de anclaje 42a se implementa como un clavo de tierra y/o un clavo de roca. El elemento de anclaje 42a está configurado para una fijación de posición del dispositivo de protección 34a en la superficie 10a de la pendiente. Para una fijación del dispositivo de protección 34a, el elemento de anclaje 42a se introduce, en particular, mediante perforación o martilleo, en el suelo y/o la roca de la pendiente de forma perpendicular o inclinada. El elemento de anclaje 42a comprende, al menos, una placa de anclaje 44a. La placa de anclaje 44a puede estar implementada integralmente con el elemento de anclaje 42a, por ejemplo, como una cabeza de clavo, o separada del elemento de anclaje 42a, por ejemplo, como una placa de púas. La placa de anclaje 44a está configurada para transferir una fuerza de sujeción del elemento de anclaje 42a, al menos, al dispositivo de protección 34a. El anclaje de la pendiente 32a comprende una pluralidad de elementos de anclaje 42a, que están distribuidos por toda la superficie del dispositivo de protección 34a a distancias regulares o irregulares, en las que la dimensión de las distancias depende del carácter de la pendiente (topografía y geología).

El dispositivo de protección 34a está configurado, al menos, para su uso con la siembra y/o la re-siembra de la superficie 10a situada en la pendiente y, por tanto, propensa a la erosión.

La Figura 2 muestra una sección de una vista superior del dispositivo de protección 34a. Al dispositivo de protección 34a se le ha dado forma, al menos en gran parte, con una pluralidad de fibras sintéticas 12a. Las fibras sintéticas 12a están interconectadas por una conexión de ajuste forzado y/o por un enlace de sustancia a sustancia. Al menos, una gran parte de las fibras sintéticas 12a de la pluralidad de fibras sintéticas 12a es, al menos, en gran medida biodegradable. Las fibras sintéticas 12a están dispuestas aleatoriamente unas respecto a otras. Las fibras sintéticas 12a están implementadas, al menos en parte, como fibras continuas. Las fibras sintéticas 12a están implementadas, al menos en parte, como fibras cortadas con una longitud máxima de 20 cm. Las fibras sintéticas 12a se extienden en las tres direcciones espaciales. Las fibras sintéticas 12a están implementadas en forma de filamento. Las fibras sintéticas 12a forman monofilamentos. Las fibras sintéticas 12a tienen diámetros entre 0,15 mm y 0,4 mm. Las fibras sintéticas 12a son hidrofóbicas.

En un ensayo de compostaje, la fibra sintética biodegradable 12a y/o una pieza de fibra de prueba 28a (véase también la Figura 6 o la Figura 8) de la fibra sintética biodegradable 12a se ha descompuesto biológicamente en 10% como mínimo, después de un período de 2 años. En un ensayo de compostaje, la fibra sintética biodegradable 12a y/o la pieza de fibra

de prueba 28a de la fibra sintética biodegradable 12a se ha descompuesto o desintegrado biológicamente en un máximo de 10%, después de un período de 0,5 años. Las fibras sintéticas 12a tienen, al menos en un estado "como nuevo", una resistencia media superior a 70 MPa. Las fibras sintéticas 12a tienen, al menos en el estado "como nuevo", una elasticidad media superior a 500%. Las fibras sintéticas 12a son termoplásticamente deformables, al menos en el estado "como nuevo".

Al menos una parte de las fibras sintéticas 12a están constituidas, al menos parcialmente, de un material sintético de polilactida (PLA). Al menos una parte de las fibras sintéticas 12a están constituidas, al menos parcialmente, de un material sintético biodegradable que difiere de un material sintético de polilactida. Por ejemplo, las fibras sintéticas 12a están constituidas, al menos parcialmente, de un ácido polihidroxibutírico (PHBV), una policaprolactona (PCL), un succinato de polibutileno (PBS) y/o un adipato-tereftalato de polibutileno (PBAT). Al menos una parte de las fibras sintéticas 12a están constituidas, al menos en parte, de una mezcla hilable de, al menos, dos materiales sintéticos biodegradables. Al menos un componente de la mezcla hilable está configurado como material sintético de polilactida. Un porcentaje de volumen del material sintético de polilactida (PLA) en las fibras sintéticas 12a constituidas de la mezcla hilable es de, al menos, 40%.

La Figura 3 muestra una vista lateral del dispositivo de protección 34a. El dispositivo de protección 34a tiene una estructura tridimensional esencial 14a. La vista lateral de la Figura 3 muestra el dispositivo de protección 34a desde una dirección de visión arbitraria. Las fibras sintéticas 12a están dispuestas unas respecto a otras de manera tal, que forman la estructura tridimensional esencial 14a. El dispositivo de protección 34a tiene una extensión perpendicular a un plano de extensión principal del dispositivo de protección 34a que es de, al menos, 1 cm. Las fibras sintéticas 12a forman una trama de fibras aleatorias 16a. La trama de fibras aleatorias 16a se implementa como una trama de fibras aleatorias tridimensional 16a. La trama de fibras aleatorias 16a se configura como una trama de fibras aleatorias de monofilamento 16a. Las fibras sintéticas 12a proporcionan al dispositivo de protección 34a una estructura de trama de fibra aleatoria de monofilamento. La trama de fibras aleatorias 16a, en particular, la estructura de trama de fibras aleatorias de monofilamento, comprende una pluralidad de espacios vacíos entre las fibras sintéticas individuales 12a (monofilamentos). La trama de fibras aleatorias 16a tiene una proporción de vacíos superior a 90%. La trama de fibras aleatorias 16a tiene una densidad de superficie inferior a 700 g/m², preferentemente, inferior a 500 g/m². Los espacios vacíos están configurados, al menos, para recibir semillas de plantas. La trama de fibras aleatorias 16a está implementado de manera tal, que las fibras sintéticas 12a de la trama de fibras aleatorias 16a forman una superficie especialmente grande. La superficie de la trama de fibras aleatorias 16a está configurada para favorecer la formación de gotas de rocío. Las fibras sintéticas 12a de la trama de fibras aleatorias 16a están orientadas aleatoriamente. Las fibras sintéticas 12a de la trama de fibras aleatorias 16a están distribuidas aleatoriamente. Las fibras sintéticas 12a de la trama de fibras aleatorias 16a están orientadas de forma irregular. Las fibras sintéticas 12a de la trama de fibras aleatorias 16a están distribuidas de forma irregular.

En particular, se señala que las Figuras 2 a 5 son representaciones esquemáticas y ejemplares, lo que significa, particularmente, que las disposiciones precisas de las fibras sintéticas 12a dentro de una trama de fibras aleatorias 16a o las regularidades en las disposiciones representadas de las fibras sintéticas 12a se deben a las condiciones gráficas y no corresponden necesariamente a las disposiciones reales de las fibras sintéticas 12a en una trama de fibras aleatorias 16a.

La Figura 4 muestra una sección de una vista superior del dispositivo de protección 34a con una malla metálica 22a trabajada en la trama de fibra aleatoria 16a de fibras sintéticas 12a. El dispositivo de protección 34a comprende la malla metálica 22a. La malla metálica 22a se configura como una red de malla de alambre. La malla metálica 22a está formada por una pluralidad de elementos longitudinales en forma de hélice 24a que están trenzados entre sí. Los elementos longitudinales 24a están formados por un alambre 26a. En el presente caso, el alambre 26a tiene un diámetro de 2 mm. También es concebible que un elemento longitudinal 24a esté implementado como un haz de alambre, como un cordón de alambre, como un cable de alambre o similar. Además, es concebible que un alambre 26a tenga un diámetro diferente, como -por ejemplo- inferior a 1 mm, o aproximadamente 1 mm, o aproximadamente 2 mm, o aproximadamente 4 mm, o aproximadamente 5 mm, o aproximadamente 6 mm, o un diámetro aún mayor. El alambre 26a está constituido, al menos en parte, por un acero de alta resistencia. El alambre 26a tiene una resistencia a la tensión de, al menos, 500 N mm⁻². En el presente caso, el alambre 26a tiene una resistencia a la tensión de, al menos, 1770 N mm⁻². Por supuesto, tal como se mencionó anteriormente, también son concebibles otras resistencias a la tensión, en particular, también resistencias a la tensión superiores a 2200 N mm⁻². En particular, es concebible que el alambre 26a esté fabricado con acero de ultra alta resistencia. La malla metálica tiene una resistencia total a la tensión de, al menos, 53 kN/m.

Los elementos longitudinales 24a comprenden algo así como un revestimiento anticorrosivo. El revestimiento anticorrosivo se configura como un revestimiento de Zn/Al. El alambre 26a con el revestimiento anticorrosivo constituye un alambre de clase A. Los elementos longitudinales 24a tienen forma de espiral aplanado. Los elementos longitudinales 24a tienen una dirección de extensión longitudinal 46a. Los elementos longitudinales 24a se enganchan entre sí, en una dirección perpendicular a la dirección de extensión longitudinal 46a. Los elementos longitudinales 24a, que están enganchados entre sí y/o trenzados entre sí, están entrelazados entre sí. Los elementos longitudinales 24a de la malla metálica 22a, que están trenzados entre sí, forman mallas romboidales 50a. Las mallas romboidales 50a de la malla metálica 22a tienen unas medidas de 101 mm x 175mm. Por supuesto, también son concebibles mallas 50a con medidas mayores o menores. La malla metálica 22a puede enrollarse en una dirección perpendicular a la dirección de extensión longitudinal 46a.

- La malla metálica 22a está rodeada de fibras sintéticas 12a. La malla metálica 22a está trenzada con las fibras sintéticas 12a. La malla metálica 22a está envuelta con las fibras sintéticas 12a. La malla metálica 22a se ha trabajado en la trama de fibras aleatorias 16a. Las fibras sintéticas 12a están dispuestas por debajo y por encima de la malla metálica 22a. La trama de fibras aleatorias 16a se coloca alrededor de la malla metálica 22a. La malla metálica 22a no se puede extraer de la trama de fibras aleatorias 16a, sin destruirla. Al menos una parte de las fibras sintéticas 12a está conectada con la malla metálica 22a, mediante un enlace de sustancia a sustancia. Para el enlace de sustancia a sustancia de las fibras sintéticas 12a con la malla metálica 22a, las fibras sintéticas 12a están, al menos parcialmente, fundidas y/o prensadas sobre la malla metálica 22a.
- La Figura 5 muestra una vista lateral del dispositivo de protección 34a con la malla metálica 22a. La vista lateral de la Figura 5 muestra el dispositivo de protección 34a desde una dirección de visión paralela a la dirección de extensión longitudinal 46a del elemento longitudinal 24a de la malla metálica 22a del dispositivo de protección 34a. La malla metálica 22a tiene una estructura tridimensional de tipo colchón 48a. La estructura tipo colchón 48a proporciona a la malla metálica 22a una capacidad de resorte, en una dirección perpendicular a un plano de extensión principal de la malla metálica 22a. Una extensión de la malla metálica 22a en la dirección perpendicular al plano de extensión principal de la malla metálica 22a es de, al menos, 70%, preferentemente de, al menos, 90% de una extensión de la trama de fibra aleatoria 16a, en la dirección perpendicular al plano de extensión principal de la malla metálica 22a. La extensión de la malla metálica 22a en la dirección perpendicular al plano de extensión principal de la malla metálica 22a es, al menos, cuatro veces, preferentemente, al menos seis veces el diámetro del alambre 26a de la malla metálica 22a.
- La Figura 6 muestra una vista esquemática de un dispositivo de ensayo de tensión 52a. El dispositivo de ensayo de tensión 52a está configurado para realizar un ensayo de tensión. El dispositivo de ensayo de tensión 52a también sirve como un dispositivo de prueba de expansión. El dispositivo de prueba de expansión está configurado para realizar una prueba de expansión. El dispositivo de ensayo de tensión 52a comprende, al menos, dos pares de mordazas de sujeción 54a. Las mordazas 54a se pueden cerrar y/o abrir neumáticamente. Las mordazas de sujeción 54a están configuradas para un apriete y/o sujeción de las piezas de fibra de prueba 28a. Las mordazas 54a se fijan en los elementos de sujeción 56a, 58a del dispositivo de ensayo de tensión 52a. Al menos un elemento de sujeción superior 56a está soportado de manera tal, que se puede desplazar verticalmente a lo largo de una torre 60a del dispositivo de ensayo de tensión 52a.
- La pieza de fibra de prueba 28a se implementa de forma idéntica a una fibra sintética 12a de un dispositivo de protección 34a. Las piezas de fibra de prueba 28a tienen un diámetro que es, al menos, sustancialmente idéntico a un diámetro de las fibras sintéticas 12a. Las piezas de fibra de prueba 28a tienen una composición de material que es, al menos, sustancialmente idéntica a una composición de material de las fibras sintéticas 12a. La pieza de fibra de prueba 28a es, al menos, sustancialmente recta.
- Para realizar el ensayo de tensión, las mordazas 54a se separan entre sí de forma motorizada. El movimiento de las mordazas 54a se efectúa linealmente, en una dirección que corre, al menos, sustancialmente paralela a una dirección longitudinal de la pieza de fibra de prueba sujeta 28a. El dispositivo de ensayo de tensión 52a comprende, al menos, un elemento sensor de fuerza 62a. El elemento sensor de fuerza 62a está configurado para detectar la fuerza de la pieza de fibra de prueba 28a. El elemento sensor de fuerza 62a está configurado para detectar una fuerza de tensión, que actúa sobre la pieza de fibra de prueba 28a. El dispositivo de ensayo de tensión 52a comprende, al menos, un elemento sensor de distancia 64a. El elemento sensor de distancia 64a está configurado para detectar una distancia máxima de expansión de la pieza de fibra de prueba 28a hasta la rotura de la pieza de fibra de prueba 28a. El elemento sensor de distancia 64a está configurado, en una interacción con el elemento sensor de fuerza 62a, para detectar la capacidad de expansión de la pieza de fibra de prueba 28a. El elemento sensor de distancia 64a está particularmente incorporado como un sensor óptico de distancia, por ejemplo, como una cámara. En forma alternativa, el elemento sensor de distancia 64a puede, por ejemplo, implementarse como un dispositivo de medición de un husillo o de un motor a pasos, que detecta una trayectoria de desplazamiento cubierta por el husillo o por el motor a pasos.
- La Figura 7 muestra un diagrama de flujo de un ensayo de tensión y un prueba de expansión, en particular, de un método para medir la resistencia y/o la capacidad de expansión de una pieza de fibra de ensayo 28a. En, al menos, una etapa del método 66a, la pieza de fibra de ensayo 28a proviene de una producción nueva o se toma desde un dispositivo de protección 34a de producción nueva. En, al menos, otra etapa del método 68a se determina el diámetro de la pieza de fibra de prueba 28a mediante su medición. En, al menos, otra etapa del método 70a, la pieza de fibra de prueba 28a se sujeta en las mordazas de sujeción 54a del dispositivo de ensayo de tensión 52a. En, al menos, otra etapa del método 72a, las mordazas 54a se separan entre sí de manera controlada, en particular, con una velocidad de 20 mm/min, como resultado de lo cual la pieza de fibra de prueba 28a se expande y se somete a una carga de tensión. Mientras se separa la pieza de fibra de prueba 28a, las fuerzas de tensión que se producen en la pieza de fibra de prueba 28a son captadas y registradas por el elemento sensor de fuerza 62a. En, al menos, otra etapa del método 74a se detiene el movimiento de separación de las mordazas 54a. El movimiento de separación de las mordazas 54a se detiene tan pronto como se detecta una rotura de la pieza de fibra de prueba 28a, por ejemplo, a través del elemento sensor de fuerza 62a, por una disminución abrupta de la fuerza de tensión medida. En, al menos, otra etapa del método 76a se mide la distancia recorrida por las mordazas 54a, antes de la rotura de la pieza de fibra de prueba 28a, mediante el elemento sensor de distancia 64a. Se calcula una capacidad de expansión de la pieza de fibra de prueba 28a mediante una comparación con una distancia inicial de las mordazas 54a. En, al menos, otra etapa del método 78a, la resistencia de la pieza de fibra de prueba 28a se

determina mediante el elemento sensor de fuerza 62a sobre la base de la fuerza de tensión máxima medida antes de la rotura de la pieza de fibra de prueba 28a.

En el ensayo de tensión, la pieza de fibra de prueba 28a presenta una resistencia de más de 70 MPa, preferentemente, superior a 80 MPa. En la prueba de expansión, la pieza de fibra de prueba 28a presenta una capacidad de expansión de más de 500%, preferentemente superior a 600%. La trama de fibras aleatorias 16a está formada por fibras sintéticas 12a, que son, al menos, sustancialmente idénticas a la pieza de fibra de prueba 28a y, por lo tanto, tienen la misma resistencia y elasticidad en el estado no desgastado.

La Figura 8 muestra una cámara de exposición a la intemperie 30a. La cámara de exposición a la intemperie 30a está configurada para realizar un ensayo de radiación y exposición a la intemperie. La cámara de exposición a la intemperie 30a comprende, al menos, un dispositivo de sujeción 86a, que está configurado para la sujeción, en particular, para la fijación, de, al menos, una pieza de fibra de prueba 28a y/o de, al menos, una pieza de haz de fibras de prueba 82a. La cámara de exposición a la intemperie 30a comprende, al menos, una unidad de radiación 80a. La unidad de radiación 80a está configurada para la irradiación de una pieza de fibra de prueba 28a o de un haz de fibras de prueba 82a, que está alojada en la cámara de exposición a la intemperie 30a, preferentemente, sujeta en el dispositivo de sujeción 86a, con luz UV. La luz UV tiene un espectro similar al componente UV de la luz del día. La unidad de radiación 80a comprende, al menos, una lámpara de xenón. La cámara de exposición a la intemperie 30a comprende, al menos, una unidad de pulverización 84a. La unidad de pulverización 84a está configurada para rociar cíclicamente con agua de pulverización una pieza de fibra de prueba 28a o una pieza de haz de fibras de prueba 82a, que está alojada en la cámara de exposición a la intemperie 30, preferentemente, sujeta en el dispositivo de sujeción 86a. El agua de pulverización es -particularmente dependiendo del tipo de intemperie- agua desionizada, agua dulce similar a la de lluvia o agua salada similar a la del mar. La cámara de exposición a la intemperie 30a comprende, además, un sensor de temperatura 88a, para determinar una temperatura de la cámara de exposición a la intemperie y/o una temperatura estándar negra de la pieza de fibra de prueba 28a y/o de la pieza del haz de fibras de prueba 82a. Además, la cámara de exposición a la intemperie 30a comprende un sensor de humedad 90a, para determinar la humedad relativa dentro de la cámara de exposición a la intemperie 30a. La cámara de exposición a la intemperie 30a comprende una unidad de control y/o regulación (no mostrada) que está configurada, al menos, para controlar y/o regular la unidad de pulverización 84a y la unidad de radiación 80a, y para establecer, al menos, la temperatura de la cámara de exposición a la intemperie y la humedad relativa en la cámara de exposición a la intemperie 30a. La cámara de exposición a la intemperie 30a está configurada para realizar un ensayo de radiación y exposición a la intemperie, de acuerdo con los requisitos del Procedimiento A, Ciclo 1 de la norma DIN EN ISO 4892-2:2013-06.

Habiendo pasado por un ensayo de radiación y de exposición a la intemperie de 500 horas en la cámara de exposición a la intemperie 30a, en donde la pieza de fibra de prueba 28a y/o la pieza de haz de fibras de prueba 82a está/están expuestas, al menos, cíclicamente a una radiación con luz ultravioleta y, al menos, a una intemperie con agua pulverizada, la pieza de fibra de prueba 28a y/o la pieza de haz de fibras de prueba 82a tiene/tienen, en el ensayo de tensión por medio del dispositivo de ensayo de tensión 52a, una resistencia restante que asciende, al menos, a 66% de una resistencia inicial de la pieza de fibra de prueba 28a y/o la pieza de haz de fibras de prueba 82a, en un estado no desgastado. Después de haber pasado por el ensayo de radiación y exposición a la intemperie de 500 horas en la cámara de exposición a la intemperie 30a, en donde la pieza de fibra de ensayo 28a se expone, al menos, cíclicamente a una radiación con luz ultravioleta y, al menos, a una exposición a la intemperie con agua, la pieza de fibra de ensayo 28a y/o la pieza del haz de fibras de ensayo 82a tiene/tienen, en la prueba de expansión, una elasticidad restante de, al menos, 50% de una elasticidad inicial de la pieza de fibra de ensayo 28a y/o de la pieza del haz de fibras de ensayo 82a, en un estado no desgastado. La trama de fibras aleatorias 16a está formado por fibras sintéticas 12a, que son, al menos, sustancialmente idénticas a la pieza de fibra de prueba 28a y/o a la pieza de haz de fibras de prueba 82a y, por lo tanto, tendrán las mismas resistencias y elasticidades en el estado desgastado.

La Figura 9 muestra un diagrama de flujo de un método para producir el dispositivo de protección 34a con la malla metálica 22a. En, al menos, una etapa del método 38a se producen fibras sintéticas biodegradables 12a, mediante extrusión. En otra etapa del método 40a, las fibras sintéticas biodegradables 12a orientadas al azar se disponen en capas, por encima y por debajo de una malla metálica 22a, de tal manera que, en una etapa de estructura 36a que sigue a la etapa del método 40a, la malla metálica 22a se trenza con las fibras sintéticas 12a. En el paso de estructura 36a, las fibras sintéticas 12a, al menos en gran parte biodegradables, que se implementan inicialmente por separado unas de otras, se interconectan mediante una conexión de ajuste forzado y/o un enlace de sustancia de manera tal, que las fibras sintéticas 12a, al menos en gran parte biodegradables, forman una estructura similar a una estera con una estructura esencialmente tridimensional 14a.

En las Figuras 10 y 11 se ilustra otra modalidad ejemplar de la invención. La siguiente descripción y los dibujos se limitan sustancialmente a las diferencias entre las modalidades ejemplares, en las que principalmente, en lo que respecta a los componentes de idéntica denominación, en particular, en lo que respecta a los componentes que tienen los mismos números de referencia, se puede hacer referencia a los dibujos y/o a la descripción de la otra modalidad ejemplar, en particular, de las Figuras 1 a 9. Para distinguir entre las modalidades ejemplares, se ha añadido la letra "a" a los números de referencia de la modalidad ejemplar de las Figuras 1 a 9. En la modalidad ejemplar de las Figuras 10 y 11 la letra "a" ha sido sustituida por la letra b.

La Figura 10 muestra una vista superior de un dispositivo de protección alternativo 34b, que no forma parte de la invención, y la Figura 11 muestra una vista lateral del dispositivo de protección alternativo 34b, que no forma parte de la invención. La vista lateral de la Figura 11 muestra el dispositivo de protección 34b desde una dirección de visión, que es perpendicular a una dirección de extensión longitudinal 46b de un elemento longitudinal 24b de una malla metálica 22b del dispositivo de protección 34b. El dispositivo de protección 34b está formado, en gran medida, de una pluralidad de fibras sintéticas 12b, que están interconectadas por conexión de ajuste forzado y/o por unión de sustancia a sustancia. Las fibras sintéticas 12b se implementan como fibras regeneradas. Las fibras sintéticas 12b están implementadas como fibras de viscosa. Las fibras sintéticas 12b están dispuestas de manera tal, que forman una estructura esencialmente tridimensional 14b. Las fibras sintéticas 12b forman una estructura no tejida 18b. La estructura no tejida 18b está sustancialmente libre de espacios vacíos. La estructura no tejida 18b es opaca pero permeable al agua. La estructura no tejida 18b tiene un efecto de filtro para los líquidos. La estructura no tejida 18b forma un plano de superficie cerrado y estructurado tridimensionalmente 20b. La estructura no tejida 18b tiene forma de bandeja de huevos. El plano de superficie estructurado tridimensionalmente 20b está configurado para aumentarla fricción de deslizamiento con el suelo. Las profundidades de la estructura no tejida 18b están configuradas para recibir semillas de plantas.

Números de referencia

10	superficie
12	fibra sintética
14	estructura tridimensional
16	trama de fibra aleatoria
18	estructura no tejida
20	plano de la superficie
22	malla metálica
24	elemento longitudinal
26	alambre
28	pieza de fibra de prueba
30	cámara de exposición a la intemperie
32	anclaje de la pendiente
34	dispositivo de protección
36	etapa de estructuración
38	etapa del método
40	etapa del método
43	elemento de anclaje
44	placa de anclaje

46	dirección de extensión longitudinal
48	estructura tipo colchón
50	mall
52	dispositivo de ensayo de tensión
54	mordazas de sujeción
56	elemento de sujeción
58	elemento de sujeción
60	torre
62	elemento sensor de fuerza
64	elemento sensor de distancia
68	etapa del método
70	etapa del método
72	etapa del método
74	etapa del método
76	etapa del método
78	etapa del método
80	unidad de radiación
82	pieza de haz de fibras de prueba
84	unidad de pulverización
86	dispositivo de sujeción
88	sensor de temperatura
90	sensor de humedad

REIVINDICACIONES

1. Estera de púas, que está, al menos, configurada para ser extendida planamente sobre una superficie de tierra de una pendiente que debe ser protegida, y que está formada, al menos en gran parte, por una pluralidad de fibras sintéticas (12a) interconectadas a través de una conexión de ajuste forzado y/o un enlace de sustancia a sustancia y dispuestas de manera tal, que forman una estructura esencialmente tridimensional (14a; 14b), **CARACTERIZADA** porque, al menos, una gran parte de las fibras sintéticas (12a) son, al menos en gran medida, biodegradables,
5 en donde las fibras sintéticas (12a) son fibras poliméricas,
en donde las fibras sintéticas (12a) forman un tejido tridimensional monofilamento de fibras aleatorias (16a) que tiene espacios huecos entre una gran parte de las fibras sintéticas (12a),
10 en donde las fibras sintéticas (12a) tienen un diámetro de al menos 0,1 mm, y
en donde las fibras sintéticas (12a) tienen a ambos lados una estructura de superficie exterior de tejido de fibras aleatorias monofilamento en forma de estera de púas, que está configurada para formar una cuña con la materia fina de un material de pendiente de la pendiente.
2. Estera de púas según la reivindicación 1, **CARACTERIZADA** porque, al menos, una parte de las fibras sintéticas (12a) está formada, al menos parcialmente, de un material sintético de polilactida (PLA).
15
3. Estera de púas según la reivindicación 1 ó 2, **CARACTERIZADA** porque, al menos, una parte de las fibras sintéticas (12a) está hecha, al menos parcialmente, de un material sintético biodegradable diferente a un material sintético de polilactida, en particular, de ácido polihidroxi-butírico (PHBV), de policaprolactona (PCL), de succinato de polibutileno (PBS) y/o de un adipato-tereftalato de polibutileno (PBAT).
4. Estera de púas según una de las reivindicaciones anteriores, **CARACTERIZADA** porque, al menos, una parte de las fibras sintéticas (12a) están hechas, al menos parcialmente, de una mezcla hilable de, al menos, dos materiales sintéticos biodegradables.
20
5. Estera de púas según la reivindicación 4, **CARACTERIZADA** porque, al menos, un componente de la mezcla hilable está configurado como un material sintético de polilactida, en donde el porcentaje en volumen del material sintético de polilactida de las fibras sintéticas (12a) hechas de la mezcla hilable es de, al menos, 40% y, preferentemente, de al menos 50%.
25
6. Estera de púas según una de las reivindicaciones anteriores, **CARACTERIZADA** porque, al menos, una parte de las fibras sintéticas (12a) son termoplásticamente deformables.
7. Estera de púas según una de las reivindicaciones anteriores, **CARACTERIZADA** porque comprende una malla metálica (22a) que está formada de tal manera que puede enrollarse junto con el tejido de fibras aleatorias.
30
8. Estera de púas según la reivindicación 7, **CARACTERIZADA** porque la malla metálica (22a; 22b) está hecha de elementos longitudinales en forma de hélice (24a), que están trenzados entre sí.
9. Estera de púas según la reivindicación 7 u 8, **CARACTERIZADA** porque las fibras sintéticas están trenzadas alrededor de la malla metálica (22a).
10. Estera de púas según la reivindicación 9, **CARACTERIZADA** porque, al menos, una parte de las fibras sintéticas (12a) están conectadas con la malla metálica (22a) por medio de un enlace de sustancia-sustancia.
35
11. Estera de púas según las reivindicaciones 7 a 10, **CARACTERIZADA** porque la malla metálica (22a) tiene una estructura tridimensional, tipo colchón (48a).
12. Estera de púas según una de las reivindicaciones 7 a 11, **CARACTERIZADA** porque la malla metálica (22a) comprende, al menos, un alambre (26a) que está hecho, al menos en parte, de un acero de alta resistencia.
40
13. Estera de púas según una de las reivindicaciones anteriores, **CARACTERIZADA** porque en, al menos, un ensayo de tensión, al menos una pieza recta de fibra de prueba (28a) de una fibra sintética (12a) de la estera de púas presenta una resistencia superior a 70 MPa, preferentemente superior a 80 MPa,
45 en donde, en el ensayo de tensión, la pieza de fibra de prueba (28a) o un haz de fibras de prueba (82a) que comprenda la pieza de fibra de prueba (28a) se sujeta respectivamente con sus extremos en un dispositivo de prueba de tensión (52a) mediante mordazas de sujeción (54a)
en donde las mordazas de sujeción (54a) se separan entre sí en el ensayo de tensión con una velocidad de 20 mm/min,
en la que las respectivas fuerzas de resistencia que surgen en el ensayo de tensión en las mordazas (54a) se miden hasta

que se rompe la pieza de fibra de prueba (28a) y/o la pieza del haz de fibras de prueba (82a),

en la que la resistencia resultante es la fuerza máxima que actúa relativamente sobre un área de sección transversal de la pieza de fibra de prueba (28a) y es soportada por la pieza de fibra de prueba (28a) sin romperse.

5 14. Estera de púas según la reivindicación 13, **CARACTERIZADA** porque cuando la pieza de fibra de prueba (28a) ha pasado por un ensayo de radiación y de exposición a la intemperie de, al menos, 500 horas siguiendo las condiciones del Ciclo 1 del Procedimiento A según la norma DIN EN ISO 4892-2:2013-06, en una cámara de exposición a la intemperie (30a), en donde la pieza de fibra de prueba (28a) ha sido sometida, al menos cíclicamente, a una radiación de luz ultravioleta y, al menos, a una exposición a la intemperie mediante agua pulverizada, donde la pieza de fibra de prueba (28a) presenta en el ensayo de tensión una resistencia remanente de, al menos, 66% de una resistencia inicial de la pieza de fibra de prueba (28a) en un estado no desgastado.

15. Estera de púas según una de las reivindicaciones anteriores, **CARACTERIZADO** porque en, al menos, una prueba de expansión, al menos, una pieza recta de fibra de prueba (28a) de una fibra sintética (12a) de la estera de púas presenta una capacidad de expansión superior a 500%, preferentemente, superior a 600 %.

15 en la que la pieza de fibra de prueba (28a) o un haz de fibras de prueba (82a) que comprenda la pieza de fibra de prueba (28a) se sujeta respectivamente con sus extremos en un dispositivo de prueba de expansión mediante mordazas de sujeción (54a) en el ensayo de expansión,

en donde las mordazas (54a) se separan entre sí en la prueba de dilatación a una velocidad de 20 mm/min,

20 en la que los respectivos cambios de longitud de la pieza de fibra de prueba (28a) o del haz de fibras de prueba (82a), que se producen en la prueba de dilatación, se miden hasta que la pieza de fibra de prueba (28a) o el haz de fibras de prueba (82a) se rompen, y

en donde la extensibilidad resultante es un cambio máximo de longitud soportado por la pieza de fibra de prueba (28a) sin romperse.

25 16. Estera de púas según la reivindicación 15, **CARACTERIZADA** porque cuando la pieza de fibra de prueba (28a) ha pasado por un ensayo de radiación y de exposición a la intemperie de, al menos, 500 horas siguiendo las condiciones del Ciclo 1 del Procedimiento A según la norma DIN EN ISO 4892-2:2013-06 en una cámara de exposición a la intemperie (30a), en donde la pieza de fibra de prueba (28a) fue sujeta, al menos cíclicamente, a una radiación de luz ultravioleta y, al menos, a una exposición a la intemperie mediante agua, la pieza de fibra de prueba (28a) presenta una capacidad de expansión residual en la prueba de expansión de, al menos, 50% de una capacidad de expansión inicial de la pieza de fibra de prueba (28a) en un estado no desgastado.

30 17. Estera de púas según una de las reivindicaciones anteriores, **CARACTERIZADA** porque en, al menos, un ensayo de compostaje realizado sobre, al menos, una pieza de fibra de prueba (28a) de, al menos, una fibra sintética (12a) al menos parcialmente biodegradable de la estera de púas en las condiciones de compostaje indicadas en la norma DIN EN ISO 14855:2004-10, al menos 10% de la pieza de fibra de prueba (28a) se ha descompuesto biológicamente, después de un período de 2 años.

35 18. Estera de púas según una de las reivindicaciones anteriores, **CARACTERIZADO** porque en, al menos, un ensayo de compostaje realizada sobre, al menos, una pieza de fibra de prueba (28a) de, al menos, una fibra sintética (12a) al menos parcialmente biodegradable de la estera de púas en las condiciones de compostaje indicadas en la norma DIN EN ISO 14855:2004-10, como máximo 10% de la pieza de fibra de prueba (28a) se ha descompuesto o desintegrado biológicamente, después de un período de 0,5 años.

40 19. Estera de púas según una de las reivindicaciones anteriores, **CARACTERIZADA** por su translucidez.

20. Un anclaje de pendiente (32a) con una estera de púas según una de las reivindicaciones precedentes.

21. Un uso de una estera de púas según una de las reivindicaciones 1 a 19, **CARACTERIZADO** porque sirve para la siembra y/o la re-siembra de una superficie de tierra situada en una pendiente y/o propensa a la erosión.

45 22. Método para producir una estera de púas según una de las reivindicaciones 1 a 19, **CARACTERIZADO** porque en, al menos, una etapa de estructura (36a) las fibras sintéticas (12a) al menos en gran medida biodegradables que se realizan inicialmente por separado unas de otras, se conectan entre sí mediante una conexión de ajuste forzado y/o un enlace de sustancia a sustancia de manera tal, que las fibras sintéticas (12a), al menos en gran medida biodegradables, forman una estructura similar a una estera con una estructura esencialmente tridimensional (14a).

50 23. El método según la reivindicación 22, **CARACTERIZADO** porque en, al menos, otra etapa del método (40a) que precede a la etapa de estructura (36a), las fibras sintéticas (12a) al menos en gran parte biodegradables y orientadas al azar se disponen en capas, por encima y por debajo de una malla metálica (22a) de manera que en la etapa de estructura (36a) las fibras sintéticas (12a) están trenzadas alrededor de la malla metálica (22a).

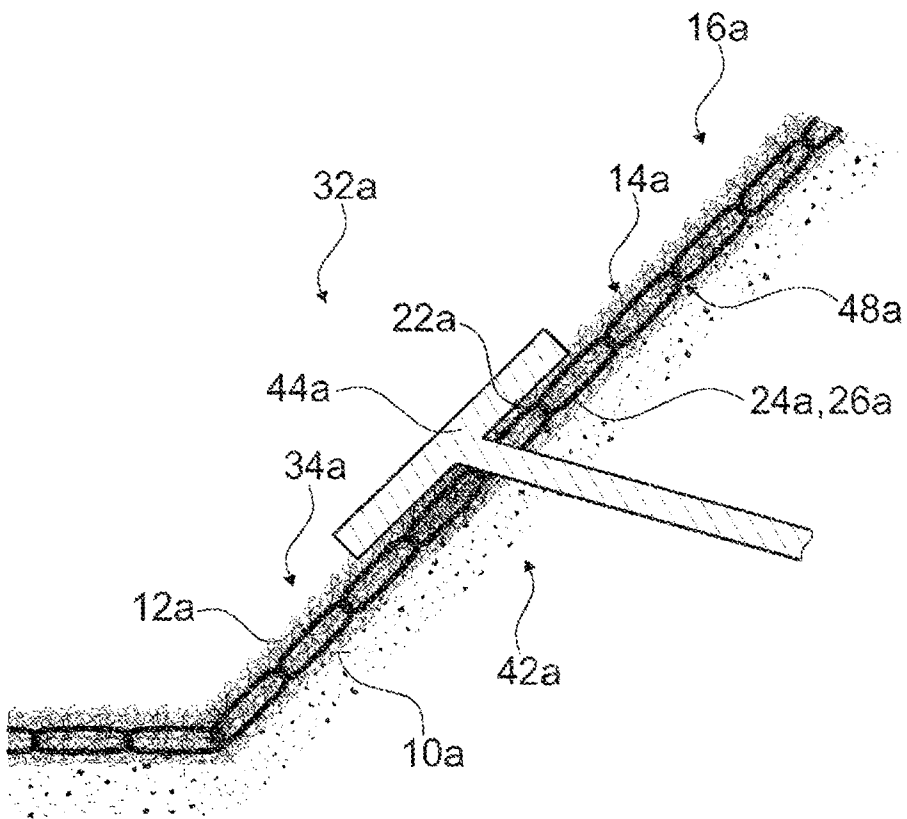


Fig. 1

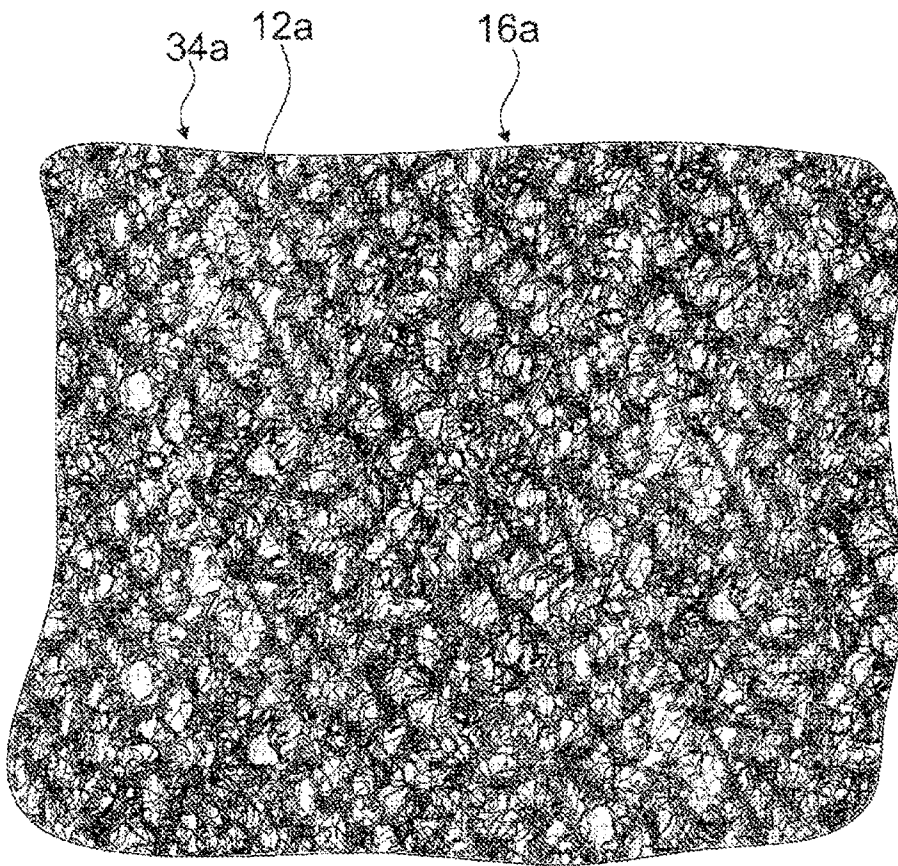


Fig. 2

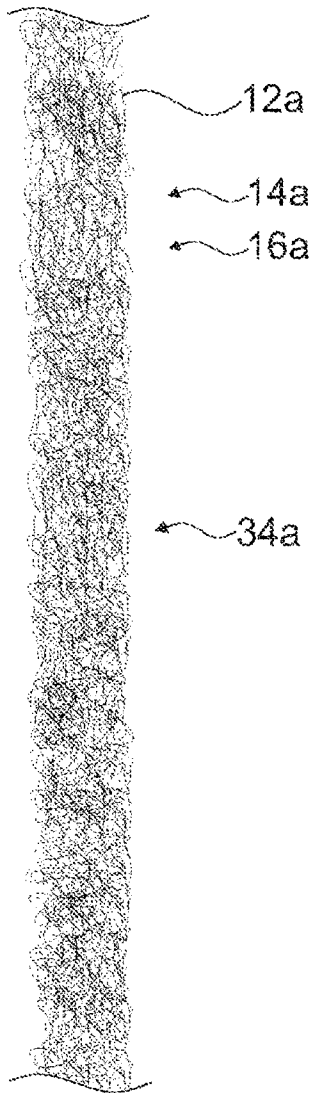


Fig. 3

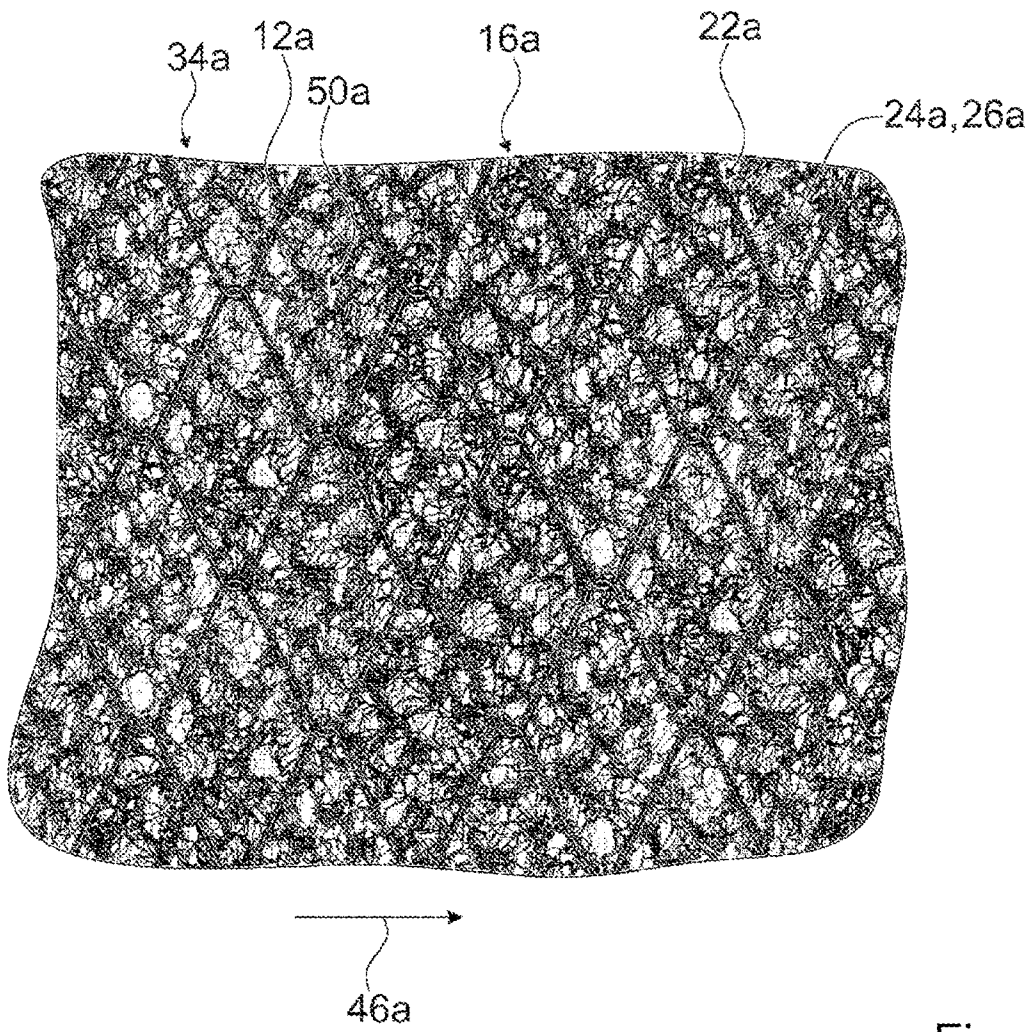


Fig. 4

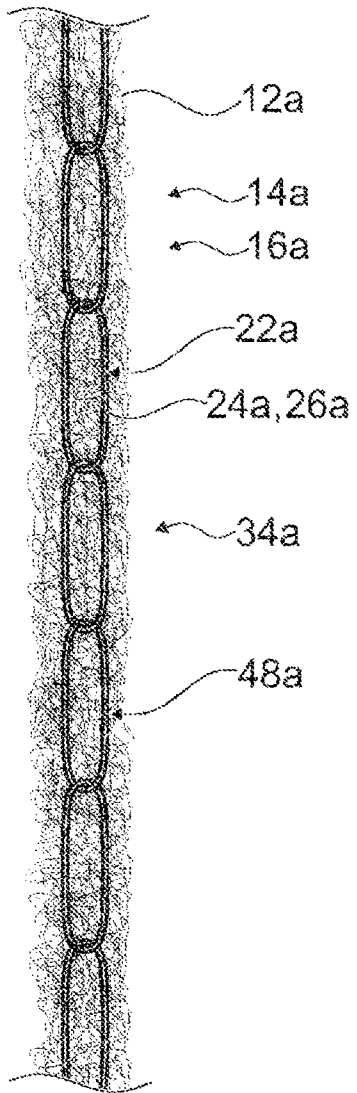


Fig. 5

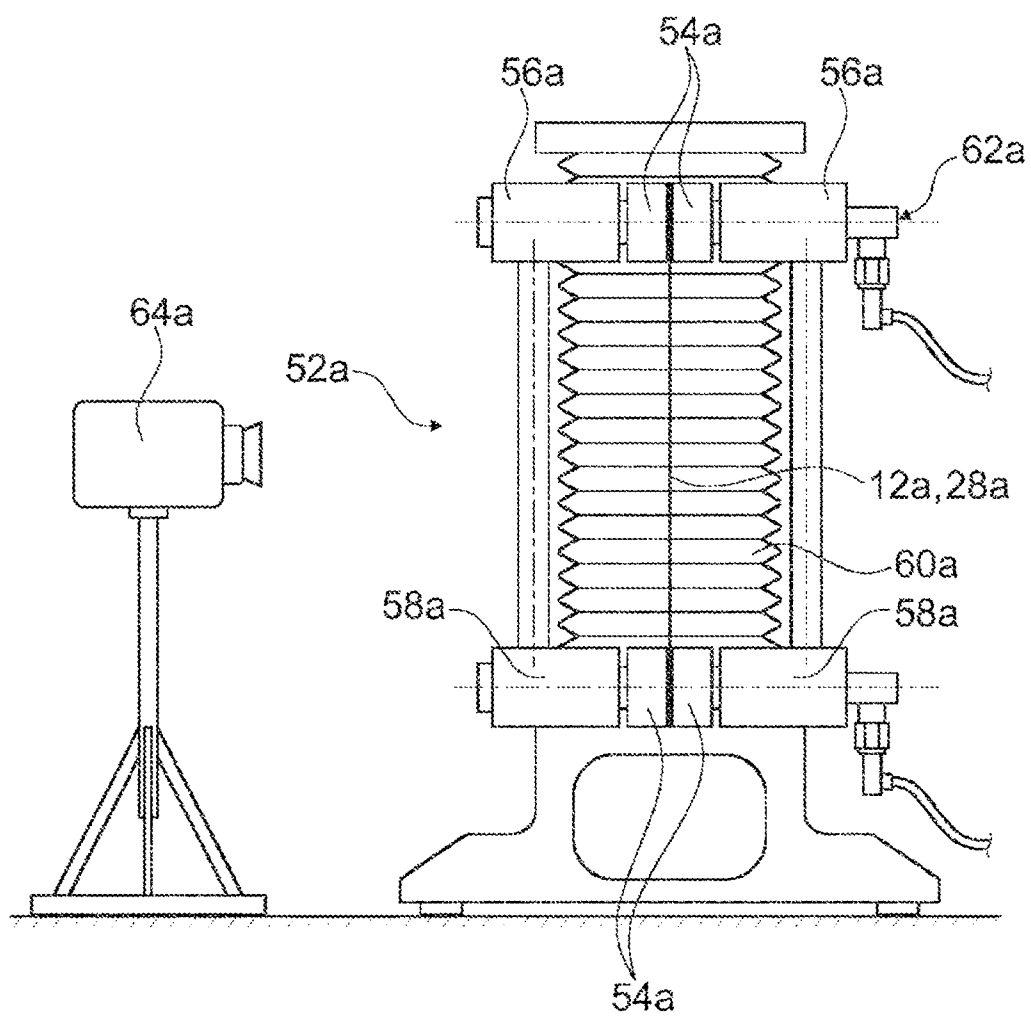


Fig. 6

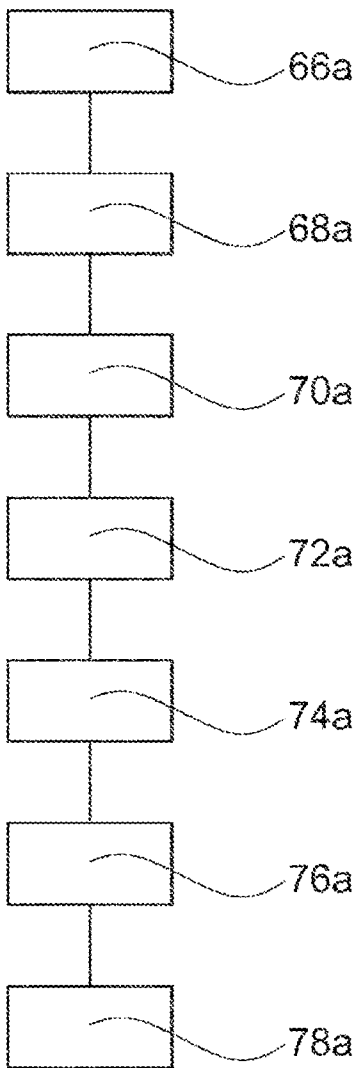


Fig. 7

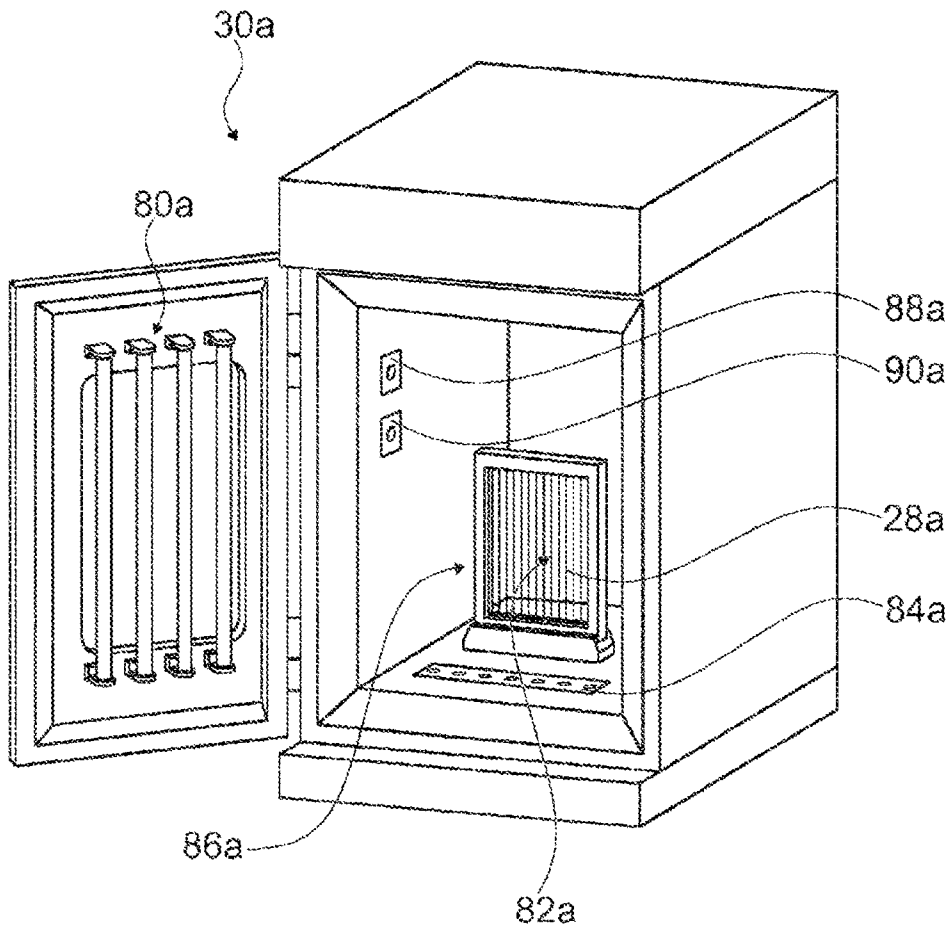


Fig. 8

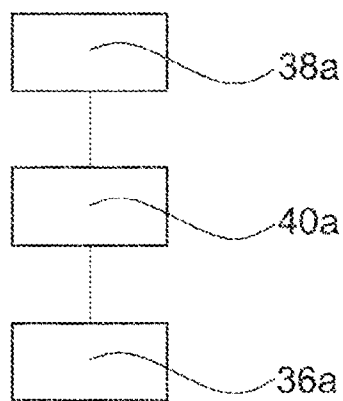


Fig. 9

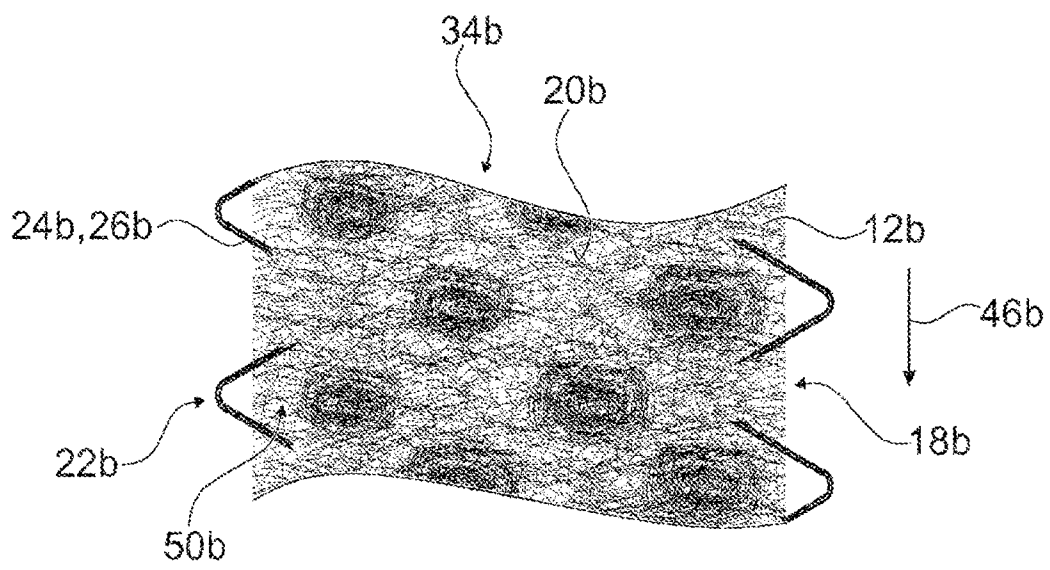


Fig. 10

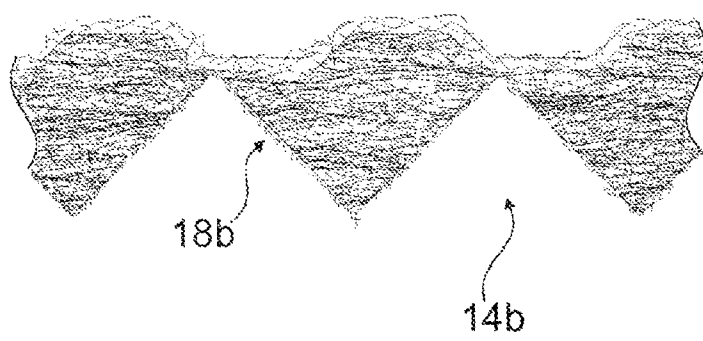


Fig. 11