



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
20.03.2024 Patentblatt 2024/12

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
D01F 1/09 ^(2006.01) **D07B 1/02** ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **23192312.9**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
(C-Sets verfügbar)

(22) Anmeldetag: **21.08.2023**

D07B 1/02; D01F 1/09; D07B 1/147;
D07B 2201/2088; D07B 2201/209;
D07B 2201/2092; D07B 2205/201;
D07B 2205/2014; D07B 2205/2039;
D07B 2205/2042; D07B 2205/2046;
D07B 2205/205; D07B 2501/2015

(Forts.)

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC ME MK MT NL
NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(72) Erfinder:
• **Rührnössl, Erich**
4053 Haid (AT)
• **Ernst, Björn**
4810 Gmunden (AT)
• **Schiemer, Susanne**
2352 Gumpoldskirchen (AT)
• **Dornetshuber, Roland**
4710 Tollet (AT)

(30) Priorität: **09.09.2022 EP 22194821**

(74) Vertreter: **Schwarz & Partner Patentanwälte**
GmbH
Patentanwälte
Wipplingerstraße 30
1010 Wien (AT)

(71) Anmelder: **Teufelberger Fiber Rope GmbH**
4600 Wels (AT)

(54) **ANTISTATISCHES KERN-MANTELSEIL**

(57) Die Erfindung betrifft ein Seil (3) aus textilem Fasermaterial, umfassend einen Seilkern (6) sowie eine den Seilkern (6) umgebende Ummantelung (7), wobei das Seil (3) zumindest ein antistatisches Multifilamentgarn (5) oder ein antistatisches Monofilament umfasst, welches im Seilkern (6), in der Ummantelung (7), in einem zwischen dem Seilkern (6) und der Ummantelung (7) befindlichen Zwischenmantel (8) und/oder in einer zwischen dem Seilkern (6) und der Ummantelung (7) befindlichen Bewehrung vorgesehen ist, wobei das antistatische Monofilament oder Einzelfilamente (12) des antistatischen Multifilamentgarns (5) jeweils einen leitenden Faserkern (13) umfassen, der von einer nichtleitenden Kunststoffhülle (14) ummantelt ist, und wobei das zumindest eine antistatische Multifilamentgarn (5) oder antistatische Monofilament mit einem Zwirn (16) oder Garn aus einem anderen Material verzwirnt ist, wobei das genannte andere Material des Zwirns (16) oder Garns bevorzugt UHMWPE oder PES ist.

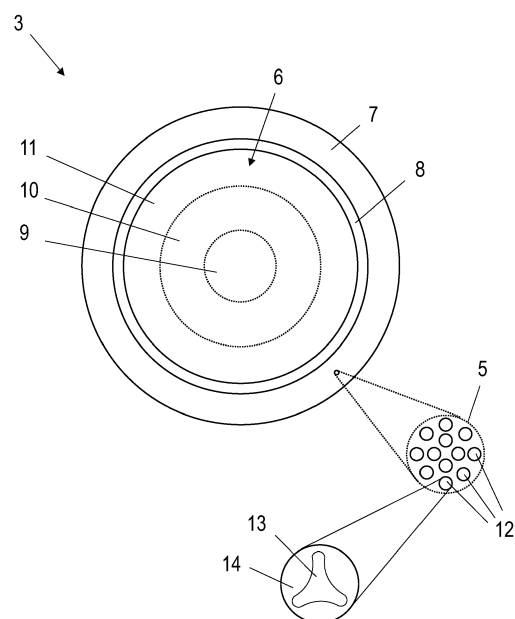


Fig. 2

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC): (Forts.)

C-Sets

D07B 2205/201, D07B 2801/22;
D07B 2205/2014, D07B 2801/22;
D07B 2205/2039, D07B 2801/22;
D07B 2205/2042, D07B 2801/22;
D07B 2205/2046, D07B 2801/22;
D07B 2205/205, D07B 2801/22

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Seil aus textilem Fasermaterial, umfassend einen Seilkern sowie eine den Seilkern umgebende Ummantelung.

[0002] Aus dem Stand der Technik sind insbesondere im Anwendungsgebiet der Seilkräne Kern-Mantelseile aus textilem Fasermaterial bekannt, die üblicherweise nicht elektrisch leitfähig sind. Ein derartiges Seil ist z.B. in der EP 3 392 404 A1 gezeigt. Da diese Seile in der Regel an sich nicht geerdet oder entladen werden können, tritt je nach Anwendungsfall statische Elektrizität auf der Seiloberfläche auf, wie im Folgenden erläutert wird.

[0003] Üblicherweise kommt es zu statischer Elektrizität, d.h. elektrostatischer Aufladung, wenn sich zwei Oberflächen trennen. Dies kann beispielsweise bei laufenden Seilen auftreten, die im Betrieb über Seilscheiben laufen. Es kommen also im Betrieb Teilbereiche des Seiles in Kontakt mit den im Seiltrieb verbauten Scheiben. Diese Seilinkremente werden über die Seilscheiben umgelenkt und nach der gewünschten Richtungsänderung im Seiltrieb läuft das Seil von der Seilscheibe ab, d.h. das Seil wird von der Seilscheibe getrennt. Durch den Trennvorgang der Oberfläche des Seiles von der Oberfläche der Seilscheibe laden sich beide Oberflächen mit elektrischer Ladung auf. Wäre die Seilrolle ausreichend elektrisch leitend und geerdet, so könnte die durch die Oberflächentrennung generierte elektrische Ladung in die Erde abgeleitet werden, z.B. durch den Stahlbau des Hebezeuges. Umgekehrt könnte die Seilrolle so auch das Seil erden.

[0004] Besteht jedoch keine Möglichkeit, die Seilrolle zu erden, wie beispielsweise bei einem Kran in der Unterflasche mit Lashaken, so kann die durch die Oberflächentrennung entstandene Ladung nicht abgeleitet werden. In der Folge sammelt sich im Betrieb durch die fortwährende Trennung der Seiloberfläche von der Seilrollenoberfläche elektrische Ladung im Seil, in der Seilrolle, in der Unterflasche und im Lashaken an. Die Entladung erfolgt dann ungeplant bei Kontakt von Seil, Seilrolle, Unterflasche oder Lashaken mit einem externen Leiter zur Erde, z.B. wenn eine Person oder ein Gegenstand in Kontakt mit diesem Bauteil kommt. So kann elektrische Entladung bei Personen einen elektrostatischen Schock oder Erschrecken mit Folgeverletzungen auslösen, eine Brandentladung und/oder industrielle Explosionen verursachen und/oder Schäden an empfindlichen elektronischen Geräten verursachen.

[0005] Für den Menschen wird eine elektrostatische Aufladung ab etwa 3 kV spürbar und führt oft zu einem Schreckmoment, mit dem Unfallgefahr verbunden ist. Die Art und Menge der angesammelten Ladung ist abhängig von der Materialpaarung beider Bauteile, den Bauteiloberflächen beider Bauteile, der Anzahl der Oberflächentrennungen und von allen Parametern, die die Ladungsmigration beeinflussen, insbesondere von der Umgebungstemperatur, der Bauteiltemperatur und der Luft- und Oberflächenfeuchtigkeit.

[0006] Ist die Verwendung elektrisch nicht-leitfähiger Werkstoffe (als solche gelten Bauteile mit Ohm'schem Widerstand $> 10^6$ Ohm) für die Bauteile aus konstruktiven Gründen notwendig, wie dies bei den genannten Faserseilen üblicherweise der Fall ist, so muss die im Betrieb entstehende elektrische Ladung daher von mindestens einem der beiden Bauteile abgeleitet werden, um die oben angegebenen Gefährdungen zu vermeiden.

[0007] Für Faserseile ist aus den Offenbarungen WO2012042576A1 und JPH01207483A bekannt, Seile mit antistatischen Eigenschaften bereitzustellen. Hierbei werden jedoch kurze antistatische Fasern in Form von elektrisch leitenden Stapelfasern herangezogen, die zu einem Garn versponnen sind. Gemäß der WO2012042576A1 sollen die leitenden Stapelfasern möglichst kurz ausgeführt werden, damit eine sogenannte Koronaentladung stattfinden kann. Die Enden der Stapelfasern würden als Elektroden fungieren, um die Koronaentladung zu erzielen. Nach diesem Prinzip wäre die Koronaentladung umso besser, je größer die Anzahl der Enden von Stapelfasern ist. Das in der WO2012042576A1 beschriebene Seil ist jedoch für viele Anwendungsfälle nicht geeignet, einerseits da sich die Stapelfasern leicht aus dem Garn herauslösen können und das Seil dadurch für längere Einsatzdauern nicht geeignet ist. Weiters sind die eigens mit Stapelfasern hergestellten Garne zu dick, um ohne Änderung der Seilkonstruktion in Kern-Mantelkonstruktionen eingesetzt werden zu können.

[0008] Aus dem Anwendungsgebiet von flächigen Textilien ist bekannt, eine antistatische Faser einzusetzen, die einen multilobalen, leitenden Faserkern umfasst, der von einer nichtleitenden Kunststoffhülle ummantelt ist. Derartige Fasern sind aus der US 5,202,185 bekannt und werden beispielsweise unter der Marke Nega-Stat® P190 angeboten und in flächigen Geweben, Gewirken oder Vliesen gitterförmig angeordnet, um beispielsweise eine Schutzausrüstung herzustellen. Aus einem Internetauftritt des Unternehmens Barnet ist weiters bekannt, Nega-Stat®-Fasern bei Seilen einzusetzen. Die US 5,202,185 lehrt weiters, dass einzelne dieser Fasern als Stapelfaser eingesetzt werden können. Antistatische Fasern können jedoch auch einen Faserkern umfassen, der nicht multilobal sondern beispielsweise kreisrund ist, wie beispielsweise in der Schrift US 3,803,453 A beschrieben ist.

[0009] Die Schrift EP 2 434 050 A1 offenbart ein Seil mit einem Sensormodul, das einen elektrisch leitenden Kern aufweist und elektrisch nicht leitend beschichtet ist. Das Sensormodul wird dazu eingesetzt, um eine Abnutzung des Seils zu detektieren.

[0010] Es ist die Aufgabe der Erfindung, ein antistatisches Kern-Mantelseil aus textilem Fasermaterial bereitzustellen, das die Nachteile des Standes der Technik überwindet.

[0011] Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Seil aus textilem Fasermaterial, umfassend einen Seilkern sowie eine den Seilkern umgebende Ummantelung, wobei das Seil zumindest ein antistatisches Multifilamentgarn oder ein antistatisches

Monofilament umfasst, welches im Seilkern, in der Ummantelung, in einem zwischen dem Seilkern und der Ummantelung befindlichen Zwischenmantel und/oder in einer zwischen dem Seilkern und der Ummantelung befindlichen Bewehrung vorgesehen ist, wobei das antistatische Monofilament oder Einzelfilamente des antistatischen Multifilamentgarns jeweils einen leitenden Faserkern umfassen, der von einer nichtleitenden Kunststoffhülle ummantelt ist.

[0012] Erfindungsgemäß wird somit zumindest ein antistatisches Multifilamentgarn oder zumindest ein antistatisches Monofilament im Seil angeordnet, um diesem die antistatischen Eigenschaften zu verleihen. Im Gegensatz zum Stand der Technik werden keine Stapelfasern eingesetzt, sondern ein Monofilament oder Multifilamentgarn, also eine Endlosfaser bzw. ein Endlosfasergarn, das parallel zur oder in einem Winkel zur Längsachse des Seils vorgesehen werden kann. Da ein derartiges Multifilamentgarn bzw. ein Monofilament wesentlich dünner ist als ein aus antistatischen Stapelfasern hergestelltes Garn, kann das Multifilamentgarn bzw. das Monofilament flexibler eingesetzt werden. Weiters tritt gegenüber Stapelfasern der Vorteil auf, dass die Multifilamentgarne bzw. Monofilamente aufgrund der Länge nicht aus dem Seil herausgearbeitet werden können, sodass eine längere Nutzungsdauer gegeben ist. Somit können nun auch antistatische Seile für Anwendungsgebiete hergestellt werden, bei denen dickere Garne mit Stapelfasern nicht eingesetzt werden können.

[0013] Das antistatische Monofilament bzw. das antistatische Multifilamentgarn bestehend aus Einzelfilamenten mit leitendem Faserkern hat, wie bekannt, die Eigenschaft, dass es das elektrische Feld von der Oberfläche anzieht und durch Koronaentladung die gesamte freie Ladung an der Oberfläche des Seils neutralisieren kann. In anderen Worten werden die Oberflächenladungen auf dem Seil angezogen und durch Luftionisation über die Zeit an die Umgebung abgegeben. Dadurch kann die Oberflächenentladung des Seils als auch der Seilrolle auf einen für Mensch und Umgebung ungefährlichen Bereich reduziert werden. Als Wirkungsnachweis hierfür wird auf die US 5,202,185, die US 3,803,453 A und die von Barnet unter dem Markenzeichen Nega-Stat® P190 vertriebene Faser verwiesen.

[0014] In einfachen Fällen kann der Faserkern des antistatischen Monofilaments oder der Faserkern der Einzelfilamente des antistatischen Multifilamentgarns im Querschnitt eine kreisrunde Form haben, wie beispielsweise aus der US 3,803,453 A bekannt ist. Jedoch ist bevorzugt, dass der Faserkern des antistatischen Monofilaments oder der Faserkern der Einzelfilamente des antistatischen Multifilamentgarns im Querschnitt eine multilobale Form hat, wie aus der US 5,202,185 bekannt ist, da diese antistatischen Fasern eine bessere antistatische Wirkung haben. Im Allgemeinen ist bevorzugt, wenn der Faserkern des antistatischen Monofilaments oder der Faserkern der Einzelfilamente des antistatischen Multifilamentgarns nicht metallisch ist. Weiters bevorzugt umfasst der Faserkern elektrisch leitfähigen Ruß (Carbon Black), auch Leitfähigkeitsruß genannt. Die antistatischen Multifilamentgarne und/oder die antistatischen Monofilamente haben bevorzugt einen Titer von maximal 500 dtex.

[0015] Die antistatischen Multifilamentgarne bzw. die antistatischen Monofilamente haben insbesondere auch den Vorteil, dass sie gezielt in die Komponenten des Kern-Mantelseils eingearbeitet werden können, gegebenenfalls auch nur in die Ummantelung, nur in den Seilkern, nur in den Zwischenmantel oder nur in die Bewehrung. Dadurch kann die Menge an antistatischen Fasern reduziert werden, was die Kosten reduziert und auch Gewicht einspart.

[0016] Da die antistatischen Multifilamentgarne bzw. die antistatischen Monofilamente oft zu dünn sind, um als gesondertes Garn auf einem Klöppel einer Rundflechtmaschine eingesetzt zu werden, werden die antistatischen Multifilamentgarne und/oder die antistatischen Monofilamente mit einem Zwirn oder Garn aus einem anderen Material verzwirnt, wobei das genannte andere Material bevorzugt UHMWPE oder PES ist. Dies ist besonders vorteilhaft, da die antistatischen Multifilamentgarne bzw. die antistatischen Monofilamente durch den zusätzlichen Zwirn bzw. Garn verstärkt werden können. Es kommt daher auch im Einsatz des Seils zu weniger Bruch der antistatischen Multifilamentgarne bzw. der antistatischen Monofilamente, sodass die antistatischen Eigenschaften des Seils länger erhalten bleiben.

[0017] Vorteilhaft ist auch, dass die antistatischen Multifilamentgarne bzw. die antistatischen Monofilamente unmittelbar mit dem "eigentlichen" Material der Ummantelung bzw. des Seilkerns verzwirnt werden können. Das antistatische Material kann somit so dünn gewählt werden, dass das "eigentliche" Material nicht reduziert werden muss, sondern das antistatische Material kann dazu genommen werden. Damit verliert man keine günstigen Eigenschaften, die aus dem "eigentlichen" Material resultieren, sondern gewinnt nur die antistatischen Eigenschaften dazu. Insbesondere müssen die antistatischen Multifilamentgarne bzw. die antistatischen Monofilamente nicht zu Stapelfasern verarbeitet werden, um diese in das Seil einzubringen.

[0018] Wenn die antistatischen Multifilamentgarne und/oder die antistatischen Monofilamente mit einem Zwirn oder Garn aus einem anderen Material verzwirnt werden, entsteht in der Folge ein "antistatischer Zwirn". Der Gewichtsanteil der antistatischen Multifilamentgarne und/oder der antistatischen Monofilamente im "antistatischen Zwirn" beträgt beispielsweise 3 % bis 20 %, bevorzugt 5 % bis 15 %.

[0019] Besonders bevorzugt ist die Ummantelung und/oder der Zwischenmantel und/oder die Bewehrung, d.h. zumindest eine dieser Komponenten, ein Geflecht mit in S-Richtung und in Z-Richtung verlaufenden Flechten, wobei mindestens eine in S-Richtung verlaufende Flechte zumindest ein erstes antistatisches Multifilamentgarn oder zumindest ein erstes antistatisches Monofilament und mindestens eine in Z-Richtung verlaufende Flechte zumindest ein zweites antistatisches Multifilamentgarn oder ein zweites antistatisches Monofilament umfasst. Die antistatischen Multifilamentgarne bzw. die antistatischen Monofilamente verlaufen dabei im Wesentlichen parallel zur jeweiligen Flechte, abgesehen

von einer durch eine optionale Verzwirnung bedingten Drehung, und bilden dadurch ein zylindrisches Gitter. Eine derartige Anordnung ermöglicht eine besonders gleichmäßige Anordnung der antistatischen Multifilamentgarne bzw. der antistatischen Monofilamente auf bzw. unter der Seiloberfläche, sodass elektrostatische Aufladung besonders effektiv von den Fasern aufgenommen und an die Luft abgegeben werden kann.

[0020] In einer weiteren Ausführungsform ist die Ummantelung und/oder der Zwischenmantel und/oder die Bewehrung ein Geflecht mit in S-Richtung und in Z-Richtung verlaufenden Flechten, wobei eine oder mehrere antistatische Multifilamentgarne oder antistatische Monofilamente entweder nur in einer oder mehreren in S-Richtung verlaufenden Flechten oder nur in einer oder mehreren in Z-Richtung verlaufenden Flechten vorliegen. Dadurch kann die Menge an antistatischen Multifilamentgarne bzw. an antistatischen Monofilamenten reduziert werden. In einem Fall kann somit auch nur ein einziges antistatisches Multifilamentgarn bzw. ein einziges antistatisches Monofilament im Seil vorliegen. Das zumindest eine antistatische Multifilamentgarn bzw. das zumindest eine antistatische Monofilament verläuft dadurch im Wesentlichen spiralförmig um die Seilrichtung an oder unter der Seiloberfläche und verläuft in im Wesentlichen gleichen Abständen um das Seil.

[0021] Um die Menge an antistatischen Multifilamentgarne bzw. antistatischen Monofilamenten noch weiter zu reduzieren, können diese nur in manchen der in S-Richtung und/oder Z-Richtung verlaufenden Flechten, z.B. nur in jeder zweiten, jeder dritten oder jeder vierten in S-Richtung und/oder Z-Richtung verlaufenden Flechte angeordnet werden. Dadurch lässt sich der oben erläuterte Aufbau weiterhin erzielen, wobei größere Maschenweiten erzielt werden.

[0022] Bei Geflechtern, die Flechten mit zumindest zwei im Wesentlichen parallel zueinander verlaufenden Zwirnen oder gefächten Garnen umfassen (was beispielsweise dadurch erreicht werden kann, wenn die Zwirne bzw. Garne nebeneinander auf einen Klöppel einer Rundflechtmaschine gespult werden), kann die Menge an antistatischen Multifilamentgarne bzw. antistatischen Monofilamenten weiter spezifisch gewählt werden, wenn nur manche, bevorzugt nur einer dieser Zwirne bzw. Garne einer Flechte zumindest ein antistatisches Multifilamentgarn oder zumindest ein antistatisches Monofilament umfasst. Die anderen Zwirne bzw. Garne können somit frei von antistatischen Multifilamentgarne und antistatischen Monofilamenten sein.

[0023] Durch die genannten Maßnahmen kann der Anteil der antistatischen Multifilamentgarne bzw. der Anteil der antistatischen Monofilamente am Gesamttitle der Ummantelung bzw. des Zwischenmantels eingestellt werden. Bevorzugt beträgt der Anteil der antistatischen Multifilamentgarne oder antistatischen Monofilamente am Gesamttitle der Ummantelung oder des Zwischenmantels maximal 25%, maximal 10% oder maximal 5%. Weiters bevorzugt beträgt der Anteil der antistatischen Multifilamentgarne oder der Anteil der antistatischen Monofilamente am Gesamttitle der Ummantelung oder des Zwischenmantels zumindest 0,5%, zumindest 1%, zumindest 1,4%, zumindest 2,1% oder zumindest 3% oder im Wesentlichen 1,4%, im Wesentlichen 2,1 % oder im Wesentlichen 3 %. Der Title bzw. Gesamttitle berechnet sich als Masse/Länge und hat die Einheit dtex, wenn die Masse in Gramm und die Länge in 10.000 Meter verwendet wird. Versuche haben ergeben, dass diese Anteile auch für Seile mit langen Lebensdauern ausreichen, um eine hervorragende antistatische Wirkung über die gesamte Lebensdauer zu erzielen. Bei einer Bewehrung kann der Anteil der antistatischen Multifilamentgarne bzw. der Anteil der antistatischen Monofilamente am Gesamttitle der Bewehrung auch bis zu 100 % betragen, da die Bewehrung nicht deckend ausgeführt ist. Bei dem Seilkern kann der Anteil der antistatischen Multifilamentgarne bzw. der Anteil der antistatischen Monofilamente frei gewählt werden, in Abhängigkeit von der zu erzielenden antistatischen Wirkung und den gewünschten mechanischen Eigenschaften des Seilkerns.

[0024] Unabhängig davon, ob die antistatischen Multifilamentgarne bzw. antistatischen Monofilamente im Seilkern, in der Ummantelung, im Zwischenmantel oder in der Bewehrung vorliegen, ist bevorzugt, wenn der Anteil der antistatischen Multifilamentgarne oder antistatischen Monofilamente im Seil derart gewählt ist, dass eine elektrostatische Aufladung des Seils von 8 kV, bevorzugt 5 kV, besonders bevorzugt 3 kV, besonders bevorzugt 2 kV, nach einem elektrostatischen Aufladevorgang nicht überschritten wird, gemessen bei einer Temperatur zwischen 15 °C und 25 °C, bei einer relativen Luftfeuchtigkeit zwischen 30 % und 40 % in einem Abstand von 10 cm zum Seil. Die Messung der elektrostatischen Aufladung kann beispielsweise 10 Sekunden nach einem elektrostatischen Aufladevorgang erfolgen. Der elektrostatische Aufladevorgang kann beispielsweise ein oder mehrere Hebevorgänge oder eine sonstige Reibung am Seil sein. Der elektrostatische Aufladevorgang kann beispielsweise so lange durchgeführt werden, bis eine maximale elektrostatische Aufladung erreicht wird. Die genannte elektrostatische Aufladung des Seils soll zumindest unmittelbar nach der Herstellung des Seils nicht überschritten werden, bevorzugt jedoch auch nach einem vorbestimmten Verschleiß des Seils, besonders bevorzugt am Ende der Lebensdauer des Seils gemäß Kap. 6.3.3. (multilayer spooling performance) der ISO TS 23624:2021.

[0025] Die konkrete Bestimmung des genannten Anteils kann vom Fachmann anhand dieser Daten leicht durchgeführt werden. Zuerst wird das Seil bereitgestellt und elektrostatisch aufgeladen, beispielsweise durch eine vorbestimmte Anzahl von Hebe- und Absenkyklen ohne Nutzlast, z.B. nach einem oder fünf Hebe- und Absenkyklen ohne Nutzlast. Sollte die elektrostatische Aufladung des Seils die genannte elektrostatische Aufladung überschreiten, wird der Anteil an antistatischen Multifilamentgarne oder antistatischen Monofilamenten im Seil erhöht, bis die genannte elektrostatische Aufladung nicht überschritten wird. Wenn erzielt werden soll, dass die genannte elektrostatische Aufladung des Seils auch am Ende der Lebensdauer des Seils gemäß Kap. 6.3.3. der ISO TS 23624:2021 bzw. nach einem vorbe-

stimmten Verschleiß relativ zu dieser Lebensdauer (z.B. bei 75% der Lebensdauer) nicht überschritten werden soll, wird zuerst der vorbestimmte Verschleiß herbeigeführt und danach die elektrostatische Aufladung nach einem elektrostatischen Aufladevorgang bestimmt. Hierbei bietet sich an, das Seil mit demselben Verfahren elektrostatisch aufzuladen, mit dem auch der Verschleiß herbeigeführt wird, z.B. gemäß der genannten Norm, wobei jedoch bevorzugt zur Herbeiführung der elektrostatischen Aufladung keine Nutzlast eingesetzt wird.

[0026] Alternativ oder zusätzlich zu antistatischen Multifilamentgarnen oder antistatischen Monofilamenten in der Ummantelung können diese auch im Seilkern selbst vorliegen. Wenn dieser mehrere Kernlagen umfasst, was insbesondere bei mehrlagig gedrehten Kernen der Fall sein kann, wird das zumindest eine antistatische Multifilamentgarn bzw. das zumindest eine antistatische Monofilament bevorzugt nur in der äußersten Kernlage angeordnet, da diese am nächsten zur Seiloberfläche angeordnet ist, wo die elektrostatische Aufladung bei Oberflächentrennung entsteht. In anderen Fällen könnte der Seilkern jedoch auch geflochten sein.

[0027] Wenn das zumindest eine antistatische Multifilamentgarn bzw. das zumindest eine antistatische Monofilament in der Bewehrung angeordnet werden soll, kann vorgesehen werden, dass die Bewehrung ausschließlich aus antistatischen Multifilamentgarnen oder antistatischen Monofilamenten gefertigt ist. Die Bewehrung kann als Stehfäden ausgeführt sein oder alternativ als nicht-deckendes Geflecht, um ein gitterförmiges Netz zu bilden.

[0028] Um eine möglichst gleichmäßige Verteilung von antistatischen Multifilamentgarnen bzw. antistatischen Monofilamenten an oder unter der Seiloberfläche zu erzielen, bilden die antistatischen Multifilamentgarne oder antistatischen Monofilamente bevorzugt ein gleichmäßiges zylindrisches Gitter, dessen Maschenweite bevorzugt zwischen 5 mm und 20 mm, besonders bevorzugt im Wesentlichen 10 mm, beträgt. In anderen Fällen könnte auch ein ungleichmäßiges zylindrisches Gitter vorgesehen werden, z.B. wenn antistatische Multifilamentgarne oder antistatische Monofilamente mit unterschiedlichen Abständen in S-Richtung und in Z-Richtung angeordnet werden. Wenn antistatische Multifilamentgarne oder antistatische Monofilamente nur in Flechten in S-Richtung oder in Z-Richtung vorliegen, wird üblicherweise kein Gitter vorliegen, sondern eine spiralförmige Abdeckung.

[0029] In der Regel umfasst das zumindest eine antistatische Multifilamentgarn zumindest sechs Einzelfilamente, bevorzugt genau vierundzwanzig Einzelfilamente. Derartige Multifilamentgarne sind am Markt bereits erhältlich, sodass keine weiteren Modifikationen vorgenommen werden müssen.

[0030] Um auch bestehende Seile nachrüsten zu können, kann insbesondere vorgesehen werden, dass die Ummantelung aus einer vollflächigen deckenden Mantelschicht und einer die deckende Mantelschicht umgebende Bewehrung aufgebaut ist, wobei nur die umgebende Bewehrung das zumindest eine antistatische Multifilamentgarn oder das zumindest eine antistatische Monofilament umfasst. In dieser Art und Weise ist es möglich, ein bereits bestehendes Seil heranzuziehen und die Bewehrung um die deckende Mantelschicht des Seils zu flechten oder zu stricken, wodurch eine neue, zweiteilige Ummantelung geschaffen wird, die einerseits die deckende Mantelschicht des bereits bestehenden Seils und andererseits die nachträglich aufgeflochtene Bewehrung umfasst. Die genannte zweiteilige Ummantelung kann jedoch auch bereits bei der Neufertigung des Seils hergestellt werden. Ein derartiges Seil mit zweiteiliger Ummantelung kann insbesondere auch einfach repariert werden. Wenn beispielsweise gemessen wird, dass die antistatischen Eigenschaften des Seils nicht mehr zufriedenstellend sind, kann die Bewehrung entfernt und eine neue Bewehrung aufgeflochten werden.

[0031] In einer bevorzugten Ausführungsform umfasst der Seilkern hochfeste Fasern, bevorzugt p-Aramidfasern, m-Aramidfasern, LCP-Fasern, UHMWPE-Fasern oder PBO-Fasern. Seile mit derartigen Seilkernen können insbesondere für Seilkräne eingesetzt werden.

[0032] Weiters bevorzugt umfasst die Ummantelung und/oder der Zwischenmantel und/oder die Bewehrung sowohl hochfeste Fasern, bevorzugt p-Aramidfasern, m-Aramidfasern, LCP-Fasern, UHMWPE-Fasern oder PBO-Fasern, als auch nicht-hochfeste Fasern, bevorzugt PA-Fasern, PES-Fasern oder PP-Fasern, wobei bevorzugt zumindest ein erstes antistatisches Multifilamentgarn oder ein erstes antistatisches Monofilament mit den hochfesten Fasern zu einem ersten Zwirn verzwirrt ist und zumindest ein zweites antistatisches Multifilamentgarn oder ein zweites antistatisches Monofilament mit den nicht-hochfesten Fasern zu einem zweiten Zwirn verzwirrt ist. Eine derartige Ummantelung eignet sich besonders für die Anwendung in Seilkränen.

[0033] Das oben beschriebene Seil eignet sich insbesondere für die Verwendung als Kranseil, wobei das Kranseil bevorzugt eine Unterflasche mit Lasthaken zum Transportieren, Heben und Senken von Lasten trägt. Wie bereits eingangs erläutert neigen derartige Konstruktionen besonders zur elektrostatischen Aufladung, da die Unterflasche nicht ohne weitere Maßnahmen geerdet werden kann. Die erfindungsgemäße Verwendung ermöglicht jedoch, dass die elektrostatische Aufladung auf ein ungefährliches Maß, bevorzugt unter die menschliche Wahrnehmungsgrenze von 3 kV reduziert wird.

[0034] Vorteilhafte und nicht einschränkende Ausführungsformen der Erfindung werden nachfolgend anhand der Zeichnungen näher erläutert.

Figur 1 zeigt eine Unterflasche eines Krans mit Lasthaken, bei dem ein erfindungsgemäßes antistatisches Seil zum Einsatz kommt.

Figur 2 zeigt einen schematischen Querschnitt des erfindungsgemäßen Seils.

Figur 3 zeigt eine schematische Seitenansicht der Ummantelung des erfindungsgemäßen Seils in einer ersten Variante.

Figur 4a zeigt eine schematische Seitenansicht der Ummantelung des erfindungsgemäßen Seils in einer zweiten Variante.

Figur 4b zeigt eine schematische Seitenansicht der Ummantelung des erfindungsgemäßen Seils in einer dritten Variante.

[0035] Figur 1 zeigt eine Unterflasche 1 mit Lasthaken 2 eines nicht weiter dargestellten Krans. In der dargestellten Ausführungsform wird die Unterflasche 1 von einem 5-fach eingesicherten Seil 3 (10-strängige Einsicherung) getragen, das jeweils um eine Seilscheibe 4 der Unterflasche 1 umgelenkt ist. In anderen Ausführungsformen könnte die Unterflasche 1 jedoch auch von einem 1-fach eingesicherten Seil 3 (2-strängige Einsicherung) getragen werden, in welchem Fall die Unterflasche 1 auch nur eine Seilscheibe 4 umfassen wird.

[0036] Das erfindungsgemäße Seil 3 ist ein Faserseil, d.h. ein Seil 3 aus textilem Fasermaterial mit einer üblicherweise im Wesentlichen nicht leitenden Seiloberfläche. Unter "nicht leitend" wird hierin ein Ohm'scher Widerstand von $> 10^6$ Ohm verstanden. Jener Abschnitt des Seils 3, der mit der jeweiligen Seilscheibe 4 in Kontakt kommt, ist daher effektiv nicht geerdet. Aus Figur 1 ist ersichtlich, dass auch die Seilscheibe 4 bzw. die Unterflasche 2 nicht geerdet ist, da diese frei in der Luft hängt. Würde das Seil gemäß dem Stand der Technik als reines Faserseil ohne weitere Vorkehrungen zur Reduktion der antistatischen Wirkung eingesetzt werden, würde es im Betrieb des Seilkrans durch das Auf- und Abbewegen der Unterflasche 1 auf dem Seil 3 zu einer elektrostatischen Aufladung des Seils 3 und der Unterflasche 1 kommen. Um eine elektrostatische Aufladung zu verhindern, weist das Seil 3 wie unten im Detail erläutert zumindest ein antistatisches Multifilamentgarn 5 oder ein antistatisches Monofilament auf.

[0037] An dieser Stelle sei jedoch hervorgehoben, dass das hierin beschriebene Seil 3 nicht auf Anwendungszwecke wie in Figur 1 dargestellt beschränkt ist und auch kein Kranseil sein muss. Im Allgemeinen kann das Seil 3 für alle Anwendungszwecke zum Einsatz kommen, bei denen eine elektrostatische Aufladung reduziert werden soll. Üblicherweise haben die erfindungsgemäßen Seile 3 einen Außendurchmesser von 5 mm bis 60 mm.

[0038] Der Aufbau des erfindungsgemäßen Seil 3 ist in einer Variante in Figur 2 dargestellt, die einen Querschnitt eines Seils 3 darstellt. Das Seil 3 umfasst einen Seilkern 6 und eine den Seilkern 6 umgebende Ummantelung 7. Das Seil 3 ist aus einem textilen Fasermaterial gefertigt, d.h. sowohl der Seilkern 6 als auch die Ummantelung 7 sind aus textilem Fasermaterial gefertigt. Bevorzugt ist das Seil 3 metallfrei gefertigt, gegebenenfalls abgesehen von optionalen Verbindungselementen oder Klemmen, die an den Enden des Seils 3 oder an einer anderen Stelle am Seil 3 angebracht sind, oder gegebenenfalls im Seil 3 geführten funktionalen, elektrisch leitfähigen Drähten, die beispielsweise als Stromleiter, Informationsleiter oder Sensor dienen.

[0039] Optional kann das Seil 3 einen Zwischenmantel 8 aufweisen, der zwischen dem Seilkern 6 und der Ummantelung 7 vorgesehen ist. Je nach Ausführungsform kann auch dieser Zwischenmantel 8 aus textilem Fasermaterial gefertigt sein und bevorzugt metallfrei ausgebildet sein. Alternativ oder zusätzlich zum Zwischenmantel 8 kann auch eine textile, bevorzugt metallfreie Bewehrung (nicht dargestellt) zum Einsatz kommen, worunter hierin eine nicht-deckende Komponente wie ein Netz oder Stehfäden verstanden wird. Wenn die Bewehrung in Kombination mit einem deckenden Zwischenmantel 8 eingesetzt wird, kann sich die Bewehrung entweder zwischen Seilkern 6 und Zwischenmantel 8 oder zwischen dem Zwischenmantel 8 und der Ummantelung 7 befinden.

[0040] Wie aus Figur 2 weiters ersichtlich ist, weist der Seilkern 6 mehrere Kernlagen 9, 10, 11 auf, wobei jene Kernlage, die am nächsten zur Ummantelung 7 angeordnet ist, als äußerste Kernlage 11 bezeichnet wird. In der Praxis kann ein mehrlagiger Seilkern 6 beispielsweise hergestellt werden, wenn der Seilkern 6 durch mehrlagige Verseilung von Litzen hergestellt wird. In der dargestellten Ausführungsform umfasst der Seilkern 6 drei Kernlagen 9, 10, 11, wobei auch nur zwei oder mehr als drei Kernlagen eingesetzt werden und die einzelnen Litzenlagen unterschiedliche Schlagrichtungen um die Längsachse aufweisen können. In anderen Varianten könnte der Seilkern 6 jedoch auch ohne Kernlagen ausgeführt sein oder durch mehrere Litzen gebildet sein, die keine Lagen bilden, oder geflochten ausgeführt sein.

[0041] Um im Betrieb des Seils 3 eine elektrostatische Aufladung des Seils 3 zu reduzieren, umfasst das Seil 3 zumindest ein antistatisches Multifilamentgarn 5 oder zumindest ein antistatisches Monofilament. Das antistatische Multifilamentgarn 5 oder das antistatische Monofilament bzw. die antistatischen Multifilamentgarne 5 oder die antistatischen Monofilamente liegt bzw. liegen als Endlosfasern über im Wesentlichen die gesamte Länge des Seils 3 vor. Unter Filament oder Endlosfaser werden in der Fachsprache Fasern mit einer Länge von > 1000 mm bezeichnet. Gegebenenfalls können nach einer Benutzung Bruchstellen in einem oder mehreren antistatischen Filamenten vorliegen, wobei diese beschädigten antistatischen Filamente weiterhin als Endlosfasern bezeichnet werden können. Multifilamentgarne bestehen aus einer definierten Zahl von Einzelfilamenten und sind nur in dieser Form und nicht separiert in die einzelnen Filamente erhältlich. Monofilamente sind einzelne Filamente von in der Regel größerer Dicke, die in dieser vereinzelter Form erhältlich sind.

[0042] Das antistatische Multifilamentgarn 5 besteht aus mehreren Einzelfilamenten 12, die im Wesentlichen parallel

und unmittelbar nebeneinander verlaufen, um das jeweilige antistatische Multifilamentgarn 5 zu bilden. Die Einzelfilamente 12 liegen üblicherweise lose und nicht in einer Matrix dispergiert nebeneinander vor. Die antistatische Wirkung des antistatischen Multifilamentgarns 5 ist durch den besonderen Aufbau der Einzelfilamente 12 bedingt, die jeweils einen leitenden Faserkern 13 umfassen, der von einer nichtleitenden Kunststoffhülle 14 ummantelt ist. Gleichfalls ist die antistatische Wirkung des antistatischen Monofilaments durch dessen besonderen Aufbau bedingt, das wiederum einen leitenden Faserkern umfasst, der von einer nichtleitenden Kunststoffhülle ummantelt ist. Der im Folgenden beschriebene Aufbau mit Faserkern und Kunststoffhülle ist sowohl für die Einzelfilamente 12 des antistatischen Multifilamentgarns 5 als auch für das antistatische Monofilament anwendbar.

[0043] Der bevorzugte Aufbau der Einzelfilamente 12 bzw. des Monofilaments ist in der US 5,202,185 beschrieben, deren Inhalt hiermit in diese Anmeldung aufgenommen wird. Die Einzelfilamente 12 bzw. das Monofilament könnten jedoch auch wie in der US 3,803,453 A beschrieben aufgebaut sein, deren Inhalt hiermit ebenfalls in diese Anmeldung aufgenommen wird.

[0044] Die nichtleitende Kunststoffhülle 14 der Einzelfilamente 12 bzw. des Monofilaments ist bevorzugt ein extrudierbares, synthetisches, thermoplastisches, faserbildendes Polymer oder Copolymer. Hierzu gehören u.a. Polyolefine wie Polyethylen und Polypropylen, Polyacryle, Polyamide und Polyester mit faserbildendem Molekulargewicht. Besonders geeignete Hüllpolymere sind Polyhexamethylenadipamid, Polycaprolactam und Polyethylenterephthalat. Im Allgemeinen könnten aber auch andere Materialien eingesetzt werden.

[0045] Der Faserkern 13 der Einzelfilamente 12 bzw. des Monofilaments umfasst elektrisch leitfähiges Material (d.h. mit einem Ohm'schen Widerstand $< 10^6$ Ohm), bevorzugt nichtmetallisches Material. Besonders bevorzugt umfasst der Faserkern 13 elektrisch leitfähigen Ruß (Carbon Black), auch Leitfähigkeitsruß genannt, um die antistatische Wirkung zu erzielen. Im Allgemeinen könnte der Faserkern 13 jedoch auch anderes Material umfassen, das dem Faserkern seine elektrisch leitfähige Eigenschaft verleiht. Das elektrisch leitfähige Material ist üblicherweise in einer polymeren, thermoplastischen Matrix dispergiert. Dadurch können besonders dünne Durchmesser der Einzelfilamente 12 bzw. der Monofilamente erzielt werden, deren Handhabbarkeit (z.B. Flexibilität) mit klassischen textilen Fasern vergleichbar ist, was beispielsweise nicht möglich wäre, wenn der Faserkern 13 ein solider Metallkern sein würde.

[0046] Wenn Carbon Black als elektrisch leitfähiges Material eingesetzt wird, können Carbon Black-Konzentrationen im Faserkern 13 von 15 bis 50 Prozent verwendet werden. Bevorzugt wird eine Konzentration von 20 bis 35 Prozent, da hierdurch eine hohe Leitfähigkeit erzielt wird, während ein angemessener Grad an Verarbeitbarkeit beibehalten wird. Das Polymer im Faserkern 13 kann auch aus der gleichen Gruppe wie das für den Mantel ausgewählt werden, oder es kann nicht faserbildend sein, da es durch den Mantel geschützt ist. Im Allgemeinen könnten auch andere Materialien eingesetzt werden.

[0047] Die Querschnittsfläche des Faserkerns 13 in den Einzelfilamenten 12 bzw. im Monofilament soll ausreichend sein, um die gewünschte antistatische Wirkung zu erzielen. Der Anteil des Faserkerns 13 an der Einzelfilamentfaser 12 bzw. am Monofilament kann beispielsweise mindestens 0,3 Vol.-%, bevorzugt mindestens 0,5 Vol.-% und bis zu 35 Vol.-% betragen.

[0048] Der leitende Faserkern 13 hat im Querschnitt bevorzugt eine multilobale Form mit üblicherweise mindestens 3, bevorzugt 3 bis 6 Lappen (Lobi). Jeder Lappen hat bevorzugt ein L/D-Verhältnis von 1 bis 20, wobei L die Länge einer Linie ist, die vom Mittelpunkt der Verbindung zwischen den zwei niedrigsten Punkten von benachbarten Tälern auf beiden Seiten des Lappens bis zum weitest entfernten Punkt dieses Lappen verläuft. D ist die größte Breite des Lappens, gemessen normal zu L. Alternativ könnte der leitende Faserkern 13 im Querschnitt aber auch eine andere Form wie eine kreisrunde oder ovale Form haben. In anderen Varianten könnte der Querschnitt auch I-förmig, dreiecksförmig oder quadratisch sein.

[0049] Die Einzelfilamentfasern 12, die für die vorliegende Erfindung eingesetzt werden können, haben beispielsweise einen Titer von 6,5 dtex, sodass ein antistatisches Multifilamentgarn 5 mit 24 Einzelfilamentfasern 12 einen Titer von 156 dtex aufweist. Die Monofilamente könnten gleichfalls einen Titer von 156 dtex aufweisen, wobei der Titer jedoch auch wesentlich kleiner oder größer gewählt werden könnte.

[0050] Da das hierin beschriebene Seil 3 ein Kern-Mantelseil ist, wird ermöglicht, das antistatische Multifilamentgarn 5 oder das antistatische Monofilament gezielt als textiles Unterelement, d.h. als Garn und insbesondere als Teil eines Zwirns, in einer oder mehrerer der Komponenten des Kern-Mantelseils einzuarbeiten, d.h. im Seilkern 6, in der Ummantelung 7, im Zwischenmantel 8 und/oder in der Bewehrung. An dieser Stelle sei hervorgehoben, dass es möglich ist, dass im Seil 3 sowohl zumindest ein antistatisches Multifilamentgarn 5 als auch zumindest ein antistatisches Monofilament vorliegen kann. Beispielsweise könnten in der Ummantelung 7 nur antistatische Multifilamentgarne 5 vorliegen und im Zwischenmantel 8 könnten antistatische Monofilamente vorliegen. Alternativ könnten z.B. in der Ummantelung 7 sowohl antistatische Multifilamentgarne 5 als auch antistatische Monofilamente vorliegen. In einer weiteren alternativen Variante kann vorgesehen werden, dass keine Mischung erfolgt und im Seil 3 zur Herbeiführung der antistatischen Wirkung entweder nur antistatische Multifilamentgarne 5 oder nur antistatische Monofilamente vorliegen.

[0051] Weiters kann das antistatische Multifilamentgarn 5 und/oder das antistatische Monofilament auch nur im Seilkern 6, nur in der Ummantelung 7, nur im Zwischenmantel 8 und/oder nur in der Bewehrung eingearbeitet sein, ohne

dass in den anderen Komponenten antistatische Multifilamentgarne 5 oder antistatische Monofilamente vorliegen. In weiteren Varianten liegen in nur einer, in nur zwei oder in drei der genannten Komponenten keine antistatischen Multifilamentgarne 5 oder antistatische Monofilamente vor.

[0052] Dies hat den Vorteil, dass auf überschüssiges antistatisches Multifilamentgarn 5 bzw. auf überschüssiges antistatisches Monofilament verzichtet werden kann. Wenn beispielsweise bereits im Zwischenmantel 8 eine ausreichende Menge an antistatischem Multifilamentgarn 5 vorliegt, um die gewünschte antistatische Wirkung zu erzielen, kann auf eine Beimengung von antistatischem Multifilamentgarn 5 in den Seilkern 6 verzichtet werden, sodass in diesem bei gleichem Gewicht beispielsweise mehr hochfeste Fasern vorhanden sein können. Weiters versteht sich, dass die antistatischen Multifilamentgarne 5 teurer sind als z.B. PES-Fasern, sodass die Reduktion von antistatischen Multifilamentgarne 5 bei gleichbleibender Wirkung jedenfalls einen Kostenvorteil darstellt.

[0053] Die Wahl der Menge an antistatischen Multifilamentgarne 5 bzw. antistatischen Monofilamenten im Seil 3 ist von verschiedenen Faktoren abhängig, auf die unten näher eingegangen wird. Im einfachsten Fall liegt jedoch nur ein einziges antistatisches Multifilamentgarn 5 oder ein einziges antistatisches Monofilament im Seil 3 vor, das als Endlosfaser über die gesamte Länge des Seils 3 vorliegt. Dies kann insbesondere bei Seilen 3 vorgesehen werden, die keiner starken Abnutzung unterliegen.

[0054] Üblicherweise wird die Menge der antistatischen Multifilamentgarne 5 bzw. der antistatischen Monofilamente im Seil 3 jedoch derart gewählt, dass entweder zum Herstellungszeitpunkt oder nach einem vorbestimmten Verschleiß des Seils 3, z.B. bei Erreichen der Lebensdauer (d.h. Ablegereife) des Seils 3 nach Kapitel 6.3.3. der ISO TS 23624:2021, eine bestimmte elektrostatische Aufladung nach einem elektrostatischen Aufladevorgang (z.B. zur Erzielung einer maximalen elektrostatischen Aufladung des Seils) nicht überschritten wird. Diese elektrostatische Aufladung liegt bevorzugt unter der menschlich wahrnehmbaren Grenze. Weiters kann diese elektrostatische Aufladung unter 8 kV, bevorzugt unter 5 kV oder besonders bevorzugt unter der menschlich wahrnehmbaren Grenze von 3 kV oder unter 2 kV liegen, gemessen bei einer Temperatur zwischen 15 °C und 25 °C, bei einer relativen Luftfeuchtigkeit zwischen 30 % und 40 % in einem Abstand von 10 cm zum Seil 3.

[0055] Zur näheren Bestimmung der Menge der antistatischen Multifilamentgarne 5 bzw. antistatischen Monofilamente im Seil 3 wird im Folgenden auf die Überlegungen und Vorteile bei der Anordnung von antistatischen Multifilamentgarne 5 bzw. antistatischen Monofilamenten in den jeweiligen Komponenten eingegangen.

[0056] Wenn antistatische Multifilamentgarne 5 bzw. antistatische Monofilamente in der Ummantelung 7 vorgesehen werden, ist deren antistatische Wirkung am besten, da diese zumindest teilweise an der Außenfläche des Seils 3 vorliegen werden. Dadurch müssen sich die antistatischen Multifilamentgarne 5 bzw. die antistatischen Monofilamente nicht durch anderes Fasermaterial hindurch entladen.

[0057] Da es bei der Benutzung des Seils 3 im Betrieb jedoch zu Beschädigungen der Ummantelung 7 und damit auch der antistatischen Multifilamentgarne 5 bzw. der antistatischen Monofilamente kommt, kann der Anteil an antistatischen Multifilamentgarne bzw. antistatischen Monofilamenten 5 an der Ummantelung 7 auch erhöht werden, um eine bestimmte elektrostatische Aufladung auch nach einer vorbestimmten Benutzung nicht zu überschreiten.

[0058] Um den Anteil der antistatischen Multifilamentgarne 5 bzw. der antistatischen Monofilamente in der Ummantelung 7 zu wählen, können folgende Maßnahmen eingesetzt werden. Im Folgenden werden Ausführungsformen mit antistatischen Multifilamentgarne 5 erläutert, wobei diese jedoch genauso mit antistatischen Monofilamenten anstatt der antistatischen Multifilamentgarne 5 umgesetzt werden können. Es versteht sich für die untenstehenden Erläuterungen, dass in den Flechten, Zwirnen oder Garnen, in denen keine antistatischen Multifilamentgarne 5 vorliegen, bevorzugt auch keine antistatischen Monofilamente vorliegen.

[0059] Wie in Figur 3 gezeigt ist, ist die Ummantelung 7 üblicherweise ein Geflecht, sodass die Ummantelung 7 mehrere Flechten 15a, 15b umfasst, von denen eine Hälfte der Flechten 15a in die sogenannte S-Richtung der Ummantelung 7 verläuft und die andere Hälfte der Flechten 15b in die sogenannte Z-Richtung der Ummantelung 7. Erfindungsgemäß kann vorgesehen werden, dass ein oder mehrere antistatische Multifilamentgarne 5 nur in den Flechten 15a der S-Richtung vorliegen, nur in den Flechten 15b der Z-Richtung oder sowohl in Flechten 15a der S-Richtung als auch in Flechten 15b der Z-Richtung.

[0060] Wenn ein oder mehrere antistatische Multifilamentgarne 5 sowohl in Flechten 15a der S-Richtung als auch in Flechten 15b der Z-Richtung vorliegen, werden die antistatischen Multifilamentgarne 5 ein zylindrisches Gitter bilden. Wenn es sich um ein gleichmäßiges zylindrisches Gitter handelt, kann die Maschenweite M des Gitters bevorzugt zwischen 5 mm und 20 mm, besonders bevorzugt im Wesentlichen 10 mm, betragen. Diese Lösung mit gleichmäßigem zylindrischem Gitter kann nicht nur für die Ummantelung 7 gewählt werden, sondern auch für den Zwischenmantel 8 und/oder die Bewehrung, wenn diese als Geflecht ausgebildet sind, oder auch den Seilkern 6, wenn dieser als geflochtener Seilkern 6 ausgeführt ist.

[0061] Weiters ist aus Figur 3 ersichtlich, dass nicht alle Flechten 15a, 15b antistatische Multifilamentgarne 5 aufweisen, sondern nur jede zweite Flechte 15a in S-Richtung und nur jede zweite Flechte 15b in Z-Richtung weist ein oder mehrere antistatische Multifilamentgarne 5 auf. Es könnte aber auch vorgesehen werden, dass alle Flechten 15a, 15b in S-Richtung bzw. Z-Richtung ein oder mehrere antistatische Multifilamentgarne 5 aufweisen. Alternativ könnte vorgesehen

werden, dass nur jede dritte, jede vierte oder jede fünfte Flechte 15a, 15b in S-Richtung bzw. Z-Richtung ein oder mehrere antistatische Multifilamentgarne 5 aufweist. Es sind auch asymmetrische Anordnungen möglich, sodass beispielsweise jede zweite Flechte 15a in S-Richtung und jede dritte Flechte 15b in Z-Richtung ein oder mehrere antistatische Multifilamentgarne 5 aufweist. Im Allgemeinen könnte vorgesehen sein, dass die antistatischen Multifilamentgarne 5

nur in manchen der in S-Richtung bzw. Z-Richtung verlaufenden Flechten 15a, 15b vorgesehen sind. So könnten beispielsweise auch alle Flechten 15a, 15b bis auf eine Flechte antistatische Multifilamentgarne 5 umfassen.

[0062] Aus Figur 3 ist weiters ersichtlich, dass die Flechten 15a, 15b mehrere Zwirne 16 aufweisen, in diesem Fall drei verschiedene Zwirne 16 pro Flechte 15a, 15b. In der Praxis wird eine derartige Ummantelung 7 mit mehreren Zwirnen 16 pro Flechte 15a, 15b hergestellt, indem mehrere Zwirne 16 auf den Klöppeln einer Rundflechtmaschine vorgesehen werden. Je nach gewünschtem Aufbau der Ummantelung 7 kann jedoch vorgesehen werden, dass die Flechten 15a, 15b jeweils auch nur einen Zwirn 16, nur zwei Zwirne 16 oder mehr als zwei Zwirne 16 umfassen können. Alternativ zu Zwirnen 16 könnten auch gefachte Garne vorgesehen werden. Zwar werden die untenstehenden Ausführungsbeispiele alle mit Zwirnen erläutert, jedoch versteht sich, dass alternativ dazu auch gefachte Garne eingesetzt werden können.

[0063] Zurückkommend auf Figur 3 ist ersichtlich, dass nicht jeder Zwirn 16 einer Flechte 15a, 15b ein antistatisches Multifilamentgarn 5 umfasst. Im dargestellten Ausführungsbeispiel umfassen die Flechten 15a, 15b jeweils drei Zwirne 16, von denen nur einer antistatische Multifilamentgarne 5 umfasst. Im Allgemeinen könnten aber auch kein oder alle Zwirne 16 einer Flechte 15a, 15b ein antistatisches Multifilamentgarn 5 umfassen, oder auch alle bis auf einen oder alle bis auf zwei bzw. nur einer, nur zwei oder nur drei der Zwirne einer Flechte 15a, 15b könnte(n) ein antistatisches Multifilamentgarn 5 umfassen, je nach Anzahl von Zwirnen pro Flechte 15a, 15b. Es kann frei gewählt werden, ob der Zwirn 16 mit antistatischem Multifilamentgarn 5 in der Mitte der Zwirne 16 oder am Rand der Flechte angeordnet wird.

[0064] Der Anteil an antistatischen Multifilamentgarne 5 in der Ummantelung 7 kann weiter beeinflusst werden, wenn der Anteil an antistatischem Multifilamentgarn 5 im jeweiligen Zwirn 16 gewählt wird. Im einfachsten Fall besteht ein Zwirn 16 einer Flechte 15a, 15b nur aus einem oder mehreren antistatischen gefachten oder miteinander verzwirnten Multifilamentgarne 5. Aus der dargestellten Ausführungsform von Figur 3 ist jedoch ersichtlich, dass das antistatische Multifilamentgarn 5 auch mit einem anderen Garn oder Zwirn verzwirnt werden kann, um den Anteil an antistatischem Multifilamentgarn 5 gezielt zu wählen. Insbesondere können eine, zwei, drei oder mehr als drei antistatische Multifilamentgarne 5 mit einem oder mehreren Zwirnen aus hochfesten Materialien wie p-Aramidfasern, m-Aramidfasern, LCP-Fasern, UHMWPE-Fasern oder PBO-Fasern oder einem oder mehreren Zwirnen aus nicht-hochfesten Materialien wie PA-Fasern, PES-Fasern oder PP-Fasern verzwirnt sein. In praktischen Versuchen, die unten näher erläutert werden, wurden beispielsweise zwei antistatische Multifilamentgarne 5, umfassend jeweils vierundzwanzig Einzelfilamente, mit einem Zwirn aus UHMWPE verzwirnt, wobei der Titer der UHMWPE-Zwirne mehr als zehnmals größer war als der Titer der beiden antistatischen Multifilamentgarne 5.

[0065] Aus Figur 3 ist weiters ersichtlich, dass einige Zwirne 16 mit Schraffur und einige der Zwirne 16 ohne Schraffur dargestellt sind. Jene Zwirne 16, die mit Schraffur dargestellt sind, sind beispielsweise aus nicht-hochfesten PES-Fasern gefertigt und jene Zwirne 16, die ohne Schraffur dargestellt sind, sind beispielsweise aus hochfesten UHMWPE-Fasern gefertigt. Ein derartiger Aufbau ist insbesondere bei Kranseilen üblich. Es ist weiters ersichtlich, dass antistatische Multifilamentgarne 5 in einer der Flechten 15a, 15b mit PES-Zwirnen verzwirnt sind und in einer der anderen Flechten 15a, 15b mit UHMWPE-Zwirnen verzwirnt sind.

[0066] Im Allgemeinen kann daher vorgesehen werden, dass die Ummantelung 7 sowohl hochfeste Fasern, bevorzugt p-Aramidfasern, m-Aramidfasern, LCP-Fasern, UHMWPE-Fasern oder PBO-Fasern, als auch nicht-hochfeste Fasern, bevorzugt PA-Fasern, PES-Fasern oder PP-Fasern, umfassen kann, wobei bevorzugt zumindest ein erstes antistatisches Multifilamentgarn 5 mit den hochfesten Fasern zu einem ersten Zwirn verzwirnt ist und zumindest ein zweites antistatisches Multifilamentgarn 5 mit den nicht-hochfesten Fasern zu einem zweiten Zwirn verzwirnt ist. Der erste und der zweite Zwirn liegen bevorzugt in unterschiedlichen Flechten 15a, 15b vor. Selbst wenn die Ummantelung 7 Flechten 15a, 15b aus unterschiedlichem Material umfasst, wie dies in Figur 3 der Fall ist, könnte jedoch vorgesehen werden, dass die antistatischen Multifilamentgarne 5 nur mit Zwirnen des gleichen Materials verzwirnt sind. Beispielsweise könnten die antistatischen Multifilamentgarne 5 in der Ausführungsform von Figur 3 auch nur mit PES-Zwirnen verzwirnt sein. Weiters versteht sich, dass die Ummantelung 7 auch nur aus Zwirnen aus einem einzigen Material bestehen kann, von denen einer, einige oder alle mit antistatischen Multifilamentgarne 5 verzwirnt sind. Beispielsweise kann die Ummantelung 7 auch nur PES-Fasern und die antistatischen Multifilamentgarne 5 umfassen.

[0067] Im Folgenden wird der Aufbau von einem ersten Versuchsseil V1 ohne antistatische Multifilamentgarne 5, einem zweiten Versuchsseil V2 mit einer ersten Menge an antistatischen Multifilamentgarne 5 und einem dritten Versuchsseil V3 mit einer zweiten Menge an antistatischen Multifilamentgarne 5 erläutert. Bei dem zweiten Versuchsseil V2 betrug der Anteil der antistatischen Multifilamentgarne 5 am Gesamtiter der Ummantelung 7 1,4 %. Bei dem dritten Versuchsseil V3 betrug der Anteil der antistatischen Multifilamentgarne 5 am Gesamtiter der Ummantelung 7 2,1 %.

[0068] Alle drei Versuchsseile V1, V2, V3 hatten einen dreilagig gedrehten Seilkern 6 mit 35 Litzen mit einem Außendurchmesser von 18 mm. Der Seilkern 6 umfasste keine antistatischen Multifilamentgarne 5. Alle drei Versuchsseile

EP 4 339 340 A1

V1, V2, V3 hatten weiters eine Ummantelung 7 mit einem Außendurchmesser von 21 mm, wobei jeweils sechzehn Flechten 15a in S-Richtung angeordnet waren und sechzehn Flechten 15b in Z-Richtung. Bei den jeweils sechzehn Flechten 15a, 15b waren jeweils drei PES-Zwirne mit je 1100 dtex / 4-fach / 150T/m gefertigt und ein UHMWPE-Zwirn mit 3300 dtex / 1-fach / 150 T/m, wobei diese Anordnung viermal wiederholt wurde.

[0069] Bei dem ersten Versuchsseil V1 wurden keine antistatischen Multifilamentgarne 5 mitverzwirnt. Bei dem zweiten Versuchsseil V2 wurden antistatische Multifilamentgarne 5 zweifach mitverzwirnt, d.h. bei einem der Zwirne 16 jeder zweiten Flechte (abwechselnd bei einem PES-Zwirn und bei einem UHMWPE-Zwirn) wurden zwei antistatische Multifilamentgarne 5 mit je 156 dtex mitverzwirnt. Bei dem dritten Versuchsseil V3 wurden antistatische Multifilamentgarne 5 dreifach mitverzwirnt, d.h. bei einem der Zwirne 16 jeder zweiten Flechte (abwechselnd bei einem PES-Zwirn und bei einem UHMWPE-Zwirn) wurden drei antistatische Multifilamentgarne 5 mit je 156 dtex mitverzwirnt.

[0070] Zur einfacheren Übersichtlichkeit ist an dieser Stelle eine Tabelle über den oben beschriebenen Aufbau der drei Versuchsseile V1, V2, V3 wiedergegeben.

	V1	V2	V3
Antistatische Multifilamentgarne	----	2-fach mitverzwirnt	3-fach mitverzwirnt
Zahl der Flechten	32	32	32
16 Flechten in S-Richtung	Keine Flechte mit antistatischem Multifilamentgarn	Jede zweite Flechte (d.h. 8 Flechten) mit antistatischem Multifilamentgarn 3 Flechten mit PES-Zwirnen; 1 Flechte mit UHMWPE-Zwirnen (4 mal wiederholt)	Jede zweite Flechte (d.h. 8 Flechten) mit antistatischem Multifilamentgarn 3 Flechten mit PES-Zwirnen; 1 Flechte mit UHMWPE-Zwirnen (4 mal wiederholt)
16 Flechten in Z-Richtung	Keine Flechte mit antistatischem Multifilamentgarn	Jede zweite Flechte (d.h. 8 Flechten) mit antistatischem Multifilamentgarn	Jede zweite Flechte (d.h. 8 Flechten) mit antistatischem Multifilamentgarn
		3 Flechten mit PES-Zwirnen; 1 Flechte mit UHMWPE-Zwirnen (4 mal wiederholt)	3 Flechten mit PES-Zwirnen; 1 Flechte mit UHMWPE-Zwirnen (4 mal wiederholt)
Zwirne ohne antistatische Multifilamentgarne	UHMWPE: 3300 dtex / 1fach / 150T/m PES: 1100 dtex / 4-fach / 150 T/m	UHMWPE: 3300 dtex / 1fach / 150T/m PES: 1100 dtex / 4-fach / 150 T/m	UHMWPE: 3300 dtex / 1fach / 150T/m PES: 1100 dtex / 4-fach / 150 T/m
Zwirne mit antistatischem Multifilamentgarn	-	UHMWPE 3300 dtex / 1fach + ESD 156 dtex / 2-fach / 150 T/m bzw. PES 1100 dtex / 4-fach + ESD 156 dtex / 2-fach / 150 T/m	UHMWPE 3300 dtex / 1fach + ESD 156 dtex / 3-fach / 150 T/m bzw. PES 1100 dtex / 4-fach + ESD 156 dtex / 3-fach / 150 T/m
Verteilung	3 Zwirne pro Flechte, immer ohne antistatisches Multifilamentgarn	3 Zwirne pro Flechte: 3 Zwirne ohne antistatisches Multifilamentgarn oder 2 Zwirne ohne antistatisches Multifilamentgarn + 1 Zwirn mit antistatischem Multifilamentgarn	3 Zwirne pro Flechte: 3 Zwirne ohne antistatisches Multifilamentgarn oder 2 Zwirne ohne antistatisches Multifilamentgarn + 1 Zwirn mit antistatischem Multifilamentgarn

[0071] Alle drei Versuchsseile V1, V2, V3 wurden getestet, um deren antistatische Wirkung nach unterschiedlichen Verschleißzeiten zu bestimmen. Da insbesondere relevant ist, ob die Versuchsseile V1, V2, V3 auch am Ende ihrer Lebensdauer eine ausreichende antistatische Wirkung aufweisen, wurde die antistatische Wirkung nach 800 Vollastzyklen, 1200 Vollastzyklen und 1600 Vollastzyklen bestimmt, entsprechend einem äquivalenten Kraneinsatz von 4 Jahren, 6 Jahren bzw. 8 Jahren, wobei die Lebensdauer der Versuchsseile V1, V2, V3 8 Jahre beträgt, bestimmt nach

Kapitel 6.3.3. der ISO TS 23624:2021. Die Messergebnisse waren wie folgt:

	% der Lebensdauer	V1	V2	V3
Nach 800 Vollastzyklen	50%	> 20 kV	20-70 V	45 V
Nach 1200 Vollastzyklen	75%	> 20 kV	1,1 kV	15-100 V
Nach 1600 Vollastzyklen	100%	> 20 kV	1,3 kV	1,8 kV

[0072] Die antistatische Wirkung, bestimmt über die Potentialdifferenz gemessen in V, wurde bei einer Temperatur zwischen 15 °C und 25 °C, bei einer relativen Luftfeuchtigkeit zwischen 30 % und 40 % in einem Abstand von 10 cm zum Seil 3 gemessen. Das Messgerät hatte einen Messbereich, der bei 20 kV endet. Zur elektrostatischen Aufladung des Seils wurden fünf Zyklen ohne Nutzlast an der nicht geerdeten Unterflasche mit Lasthaken durchgeführt, wobei diese Zyklen gleich wie die genannten Vollastzyklen zur Bestimmung der Lebensdauer nach Kapitel 6.3.3. der ISO TS 23624:2021 durchgeführt wurden, d.h. es wurde dieselbe bzw. eine baugleiche Unterflasche zur Bestimmung der Lebensdauer und zur elektrostatischen Aufladung eingesetzt. Dieses Verfahren zur Herbeiführung und Bestimmung der elektrostatischen Aufladung kann für alle hierin beschriebenen Ausführungsformen eingesetzt werden.

[0073] Aus den Ergebnissen ist ersichtlich, dass beide Versuchsseile V2, V3 eine wesentlich bessere antistatische Wirkung gegenüber dem Versuchsseil V1 aufweisen, bei dem keine antistatischen Multifilamentgarne 5 eingearbeitet waren. Aus dem Vergleich der Ergebnisse der Versuchsseile V2, V3 ist weiters ersichtlich, dass das dritte Versuchsseil V3 bei 1200 Vollastzyklen eine wesentlich bessere antistatische Wirkung aufweist. Es ist daher besonders bevorzugt, wenn der Anteil der antistatischen Multifilamentgarne 5 oder der Anteil der antistatischen Monofilamente am Gesamttiter der Ummantelung 7 mindestens 2,1 % oder im Wesentlichen 2,1 % beträgt, um bei einem Seil 3 bis zu einem Zeitpunkt kurz vor Erreichen der Lebensdauer noch eine hervorragende antistatische Wirkung zu erzielen. Wenn man diese Ergebnisse extrapoliert, ist weiters bevorzugt, wenn der Anteil der antistatischen Multifilamentgarne 5 oder der Anteil der antistatischen Monofilamente am Gesamttiter der Ummantelung 7 mindestens 3 % oder im Wesentlichen 3 % beträgt, um bei einem Seil 3 mit einer Lebensdauer von 8 Jahren auch bei Erreichen der Lebensdauer noch eine hervorragende antistatische Wirkung zu erzielen.

[0074] Es versteht sich jedoch, dass die Erfindung auch für Seile 3 eingesetzt werden kann, die wesentlich kürzere Standzeiten haben bzw. in anderen Anwendungsgebieten weniger Belastungen ausgesetzt sind. In diesen Fällen kann der Anteil der antistatischen Multifilamentgarne 5 oder der Anteil der antistatischen Monofilamente am Gesamttiter der Ummantelung 7 auch wesentlich geringer gewählt werden als oben angegeben wurde. Im Allgemeinen ist daher bevorzugt, wenn der Anteil der antistatischen Multifilamentgarne 5 oder der Anteil der antistatischen Monofilamente am Gesamttiter der Ummantelung 7 zwischen 0,1% und 25%, bevorzugt zwischen 0,2 % und 10 %, besonders bevorzugt zwischen 0,5 % und 5 % beträgt. In einem Beispiel kann auch vorgesehen werden, dass nur ein einziges antistatisches Multifilamentgarn 5 oder ein einziges antistatisches Monofilament mit einem einzigen Zwirn 16 einer einzigen Flechte 15a, 15b verzwirnt bzw. statt diesem Zwirn 16 vorgesehen wird, unabhängig vom konkreten Aufbau der Ummantelung 7.

[0075] Üblicherweise ist auch der zwischen dem Seilkern 6 und der Ummantelung 7 optional vorgesehene Zwischenmantel 8 ein Geflecht und kann somit eine Flechtstruktur aufweisen, wie sie oben für die Ummantelung 7 beschrieben wurde. Es kann daher vorgesehen werden, dass - anstelle oder zusätzlich zum antistatischen Multifilamentgarn 5 in der Ummantelung - zumindest ein antistatisches Multifilamentgarn 5 oder zumindest ein antistatisches Monofilament in dem oben für die Ummantelung 7 beschriebenen Aufbau (d.h. der Aufbau des Geflechts mit Flechten, Zwirnen und mit diesen verzwirnten antistatischen Multifilamentgarne 5) im Zwischenmantel 8 vorgesehen wird. Bei der Wahl des Anteils des antistatischen Multifilamentgarne 5 oder des Anteils der antistatischen Monofilamente am Gesamttiter des Zwischenmantels 8 ist einerseits zu beachten, dass die antistatischen Multifilamentgarne 5 bzw. die antistatischen Monofilamente ihre antistatische Wirkung durch die Ummantelung 7 hindurch erzielen müssen, wobei gleichzeitig die Abnutzung des Zwischenmantels 8 durch den Schutzeffekt der Ummantelung 7 eine geringere Rolle spielt. Im Allgemeinen ist aber bevorzugt, wenn der Anteil der antistatischen Multifilamentgarne 5 oder der Anteil der antistatischen Monofilamente am Gesamttiter des Zwischenmantels 8 zwischen 0,1% und 25%, bevorzugt zwischen 0,2 % und 10 %, besonders bevorzugt zwischen 0,5 % und 5 % beträgt. In einem Beispiel kann auch vorgesehen werden, dass nur ein einziges antistatisches Multifilamentgarn 5 oder ein einziges antistatisches Monofilament mit einem einzigen Zwirn einer einzigen Flechte des Zwischenmantels 8 verzwirnt bzw. statt diesem Zwirn vorgesehen sein kann, unabhängig vom konkreten Aufbau des Zwischenmantels 8.

[0076] Wenn ein oder mehrere antistatische Multifilamentgarne 5 bzw. antistatische Monofilamente in der Bewehrung vorliegen sollen, kann der Anteil der antistatischen Multifilamentgarne 5 bzw. der Anteil der antistatischen Monofilamente am Gesamttiter der Bewehrung auch höher gewählt werden als oben für die Ummantelung 7 bzw. den Zwischenmantel 8 beschrieben wurde, da die Bewehrung nicht-deckend ausgebildet ist. Im einfachsten Fall beträgt der Anteil der anti-

statischen Multifilamentgarne 5 bzw. der antistatischen Monofilamente am Gesamtiter der Bewehrung 100 %, d.h. die Bewehrung besteht nur aus den antistatischen Multifilamentgarne 5 oder antistatischen Monofilamenten. Es könnte auch vorgesehen werden, dass die Bewehrung nur aus hochfesten oder nicht-hochfesten Zwirnen besteht, die mit den antistatischen Multifilamentgarne 5 verzwirnt wurden. Die Bewehrung kann als Gitter ausgeführt werden, das beispielsweise eine Maschenweite von zwischen 5 mm und 20 mm, besonders bevorzugt im Wesentlichen 10 mm, aufweist. Die Bewehrung könnte jedoch auch durch Stehfäden gebildet sein, die im Wesentlichen parallel zur Seilrichtung liegen.

[0077] Wie oben erwähnt könnten ein oder mehrere antistatische Multifilamentgarne 5 bzw. antistatische Monofilamente jedoch auch im Seilkern 6 vorliegen. Wenn der Seilkern 6 mehrlagig ausgeführt ist, wie beispielsweise in Figur 2 dargestellt, ist bevorzugt, wenn das zumindest eine antistatische Multifilamentgarn 5 oder das zumindest eine antistatische Monofilament nur in der äußersten Kernlage 11 vorliegt. Dadurch liegt das antistatische Multifilamentgarn 5 bzw. das antistatische Monofilament möglichst nahe an der Seiloberfläche. Dieser Effekt kann weiter verstärkt werden, wenn die Ummantelung 7 dünn gewählt ist. Im Anwendungsgebiet der Seilkräne ist der Seilkern 6 üblicherweise hochfest ausgebildet und besteht somit bevorzugt aus p-Aramidfasern, m-Aramidfasern, LCP-Fasern, UHMWPE-Fasern oder PBO-Fasern, gegebenenfalls unter Beimengung der antistatischen Multifilamentgarne 5 bzw. antistatischen Monofilamente. Der Seilkern könnte jedoch auch aus nicht-hochfesten Fasern bestehen oder diese umfassen.

[0078] Laut der obigen Beschreibung von Figur 3 besteht die Ummantelung 7 nur aus einer einzigen deckenden Mantelschicht, in welcher das antistatische Multifilamentgarn 5 bzw. das antistatische Monofilament vorliegt.

[0079] Die Figuren 4a und 4b zeigen weitere Varianten der Ummantelung 7 des erfindungsgemäßen Seils, bei denen die Ummantelung 7 aus einer vollflächigen deckenden Mantelschicht 7' und einer die deckende Mantelschicht 7' umgebenden Bewehrung 7'' aufgebaut ist. Die deckende Mantelschicht 7' kann wie die Ummantelung 7 aus Figur 3 ausgeführt werden, wobei das antistatische Multifilamentgarn 5 bzw. das antistatische Monofilament weggelassen oder durch ein anderes Garn substituiert werden kann. Die nicht deckende Bewehrung 7'' der Ummantelung 7 kann wie die oben beschriebene optionale Bewehrung zwischen der Ummantelung 7 und dem Seilkern 6 ausgeführt sein. Insbesondere kann die Bewehrung 7'' Zwirne umfassen, bei denen das antistatische Multifilamentgarn 5 oder antistatische Monofilament mit einem Zwirn 16 oder Garn aus einem anderen Material verzwirnt ist, oder auch ausschließlich aus zumindest einem antistatischen Multifilamentgarn 5 oder zumindest einem antistatischen Monofilament bestehen.

[0080] Die weiteren Elemente des Seils aus den Figuren 4a und 4b können wie oben beschrieben ausgeführt werden. Insbesondere kann der Seilkern 6 wie oben beschrieben ausgeführt werden und es kann optional ein Zwischenmantel 8 und/oder eine Bewehrung zwischen dem Seilkern und der Ummantelung 7 vorgesehen werden.

[0081] In der Ausführungsform der Figuren 4a und 4b liegt das antistatische Multifilamentgarn 5 bzw. das antistatische Monofilament bevorzugt nur in der Bewehrung 7'' der Ummantelung 7 vor. Alternativ könnte das antistatische Multifilamentgarn 5 bzw. das antistatische Monofilament auch in einem der folgenden Elemente verarbeitet sein: Im Seilkern 6, im optionalen Zwischenmantel 8 zwischen Seilkern 6 und Ummantelung 7, in der optionalen Bewehrung zwischen Seilkern 6 und Ummantelung 7 und/oder in der deckenden Mantelschicht 7'.

[0082] Aus dem Vergleich der Figuren 4a und 4b ist weiters ersichtlich, dass der Flechtwinkel der nicht deckenden Bewehrung 7'' größer als (Figur 4a), kleiner als (Figur 4b) oder gleich groß wie (nicht dargestellt) der Flechtwinkel der deckenden Mantelschicht 7' sein kann.

Patentansprüche

1. Seil (3) aus textilem Fasermaterial, umfassend einen Seilkern (6) sowie eine den Seilkern (6) umgebende Ummantelung (7),

dadurch gekennzeichnet, dass

das Seil (3) zumindest ein antistatisches Multifilamentgarn (5) oder ein antistatisches Monofilament umfasst, welches im Seilkern (6), in der Ummantelung (7), in einem zwischen dem Seilkern (6) und der Ummantelung (7) befindlichen Zwischenmantel (8) und/oder in einer zwischen dem Seilkern (6) und der Ummantelung (7) befindlichen Bewehrung vorgesehen ist,

wobei das antistatische Monofilament oder Einzelfilamente (12) des antistatischen Multifilamentgarne (5) jeweils einen leitenden Faserkern (13) umfassen, der von einer nichtleitenden Kunststoffhülle (14) ummantelt ist, und wobei das zumindest eine antistatische Multifilamentgarn (5) oder antistatische Monofilament mit einem Zwirn (16) oder Garn aus einem anderen Material verzwirnt ist, wobei das genannte andere Material des Zwierns (16) oder Garns bevorzugt UHMWPE oder PES ist.

2. Seil (3) nach Anspruch 1, wobei der Faserkern des antistatischen Monofilaments oder der Faserkern (13) der Einzelfilamente (12) des antistatischen Multifilamentgarne (5) im Querschnitt eine multilobale Form hat.

3. Seil (3) nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Ummantelung (7) und/oder der Zwischenmantel (8) und/oder die Bewehrung ein Geflecht mit in S-Richtung und in Z-Richtung verlaufenden Flechten (15a, 15b) ist, wobei mindestens eine in S-Richtung verlaufende Flechte (15a) zumindest ein erstes antistatisches Multifilamentgarn (5) oder zumindest ein erstes antistatisches Monofilament und mindestens eine in Z-Richtung verlaufende Flechte (15b) zumindest ein zweites antistatisches Multifilamentgarn (5) oder ein zweites antistatisches Monofilament umfasst.
5
4. Seil (3) nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Ummantelung (7) und/oder der Zwischenmantel (8) und/oder die Bewehrung ein Geflecht mit in S-Richtung und in Z-Richtung verlaufenden Flechten (15a, 15b) ist, wobei ein oder mehrere antistatische Multifilamentgarne (5) oder antistatische Monofilamente entweder nur in einer oder mehreren in S-Richtung verlaufenden Flechten (15a) oder nur in einer oder mehreren in Z-Richtung verlaufenden Flechten (15b) vorliegen.
10
5. Seil (3) nach Anspruch 3 oder 4, wobei antistatische Multifilamentgarne (5) oder antistatische Monofilamente nur in manchen der in S-Richtung und/oder Z-Richtung verlaufenden Flechten (15a, 15b) vorgesehen sind, bevorzugt nur in jeder zweiten, jeder dritten oder jeder vierten in S-Richtung und/oder Z-Richtung verlaufenden Flechte (15a, 15b).
15
6. Seil (3) nach einem der Ansprüche 3 bis 5, wobei jene Flechten (15a, 15b), die zumindest ein antistatisches Multifilamentgarn (5) oder zumindest ein antistatisches Monofilament umfassen, zumindest zwei Zwirne (16) oder gefachte Garne umfassen, von denen nur manche, bevorzugt nur einer bzw. eines, zumindest ein antistatisches Multifilamentgarn (5) oder zumindest ein antistatisches Monofilament umfasst.
20
7. Seil (3) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei der Anteil der antistatischen Multifilamentgarne (5) oder der Anteil der antistatischen Monofilamente am Gesamtiter der Ummantelung (7) oder des Zwischenmantels (8) maximal 25%, maximal 10% oder maximal 5% beträgt, und/oder wobei der Anteil der antistatischen Multifilamentgarne (5) oder der Anteil der antistatischen Monofilamente am Gesamtiter der Ummantelung (7) oder des Zwischenmantels (8) zumindest 0,5%, zumindest 1%, zumindest 1,4%, zumindest 2,1% oder zumindest 3% beträgt.
25
8. Seil (3) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei der Anteil der antistatischen Multifilamentgarne (5) oder antistatischen Monofilamente im Seil (3) derart gewählt ist, dass eine elektrostatische Aufladung des Seiles (3) von 8 kV, bevorzugt 5 kV, besonders bevorzugt 3 kV, besonders bevorzugt 2 kV, nach einem elektrostatischen Aufladevorgang nicht überschritten wird, gemessen bei einer Temperatur zwischen 15 °C und 25 °C, bei einer relativen Luftfeuchtigkeit zwischen 30 % und 40 % in einem Abstand von 10 cm zum Seil (3).
30
9. Seil (3) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei der Seilkern (6) mehrere Kernlagen (9, 10, 11) umfasst und das zumindest eine antistatische Multifilamentgarn (5) oder antistatische Monofilament im Seilkern (6) nur in der äußersten Kernlage (11) angeordnet ist.
35
10. Seil (3) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei die Bewehrung ausschließlich aus antistatischen Multifilamentgarne (5) oder antistatischen Monofilamenten gefertigt ist, und die antistatischen Multifilamentgarne (5) oder antistatischen Monofilamente bevorzugt Stehfäden sind.
40
11. Seil (3) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei die antistatischen Multifilamentgarne (5) oder antistatischen Monofilamente ein gleichmäßiges zylindrisches Gitter bilden, dessen Maschenweite (M) bevorzugt zwischen 5 mm und 20 mm, besonders bevorzugt im Wesentlichen 10 mm, beträgt.
45
12. Seil (3) nach einem der Ansprüche 1 bis 11, wobei die Ummantelung (7) aus einer vollflächigen deckenden Mantelschicht (7') und einer die deckende Mantelschicht (7') umgebenden Bewehrung (7'') aufgebaut ist, wobei nur die umgebende Bewehrung (7'') das zumindest eine antistatische Multifilamentgarn (5) oder das zumindest eine antistatische Monofilament umfasst.
50
13. Seil (3) nach einem der Ansprüche 1 bis 12, wobei der Seilkern (6) hochfeste Fasern umfasst, bevorzugt p-Aramidfasern, m-Aramidfasern, LCP-Fasern, UHMWPE-Fasern oder PBO-Fasern.
14. Seil (3) nach einem der Ansprüche 1 bis 13, wobei die Ummantelung (7) und/oder der Zwischenmantel (8) sowohl hochfeste Fasern, bevorzugt p-Aramidfasern, m-Aramidfasern, LCP-Fasern, UHMWPE-Fasern oder PBO-Fasern, als auch nicht-hochfeste Fasern, bevorzugt PA-Fasern, PES-Fasern oder PP-Fasern, umfasst, wobei bevorzugt zumindest ein erstes antistatisches Multifilamentgarn (5) oder antistatisches Monofilament mit den hochfesten Fa-
55

sen zu einem ersten Zwirn verzwirnt ist und zumindest ein zweites antistatisches Multifilamentgarn (5) oder antistatisches Monofilament mit den nicht-hochfesten Fasern zu einem zweiten Zwirn verzwirnt ist.

- 5 **15.** Seil nach einem der Ansprüche 1 bis 14, wobei der Gewichtsanteil des antistatischen Multifilamentgarns (5) oder antistatischen Monofilaments in jenem antistatischen Zwirn, der durch Verzwirnen des zumindest einen antistatischen Multifilamentgarns (5) oder antistatischen Monofilaments mit dem Zwirn (16) oder Garn aus einem anderen Material gebildet ist, 3 % bis 20 %, bevorzugt 5 % bis 15 %, beträgt.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

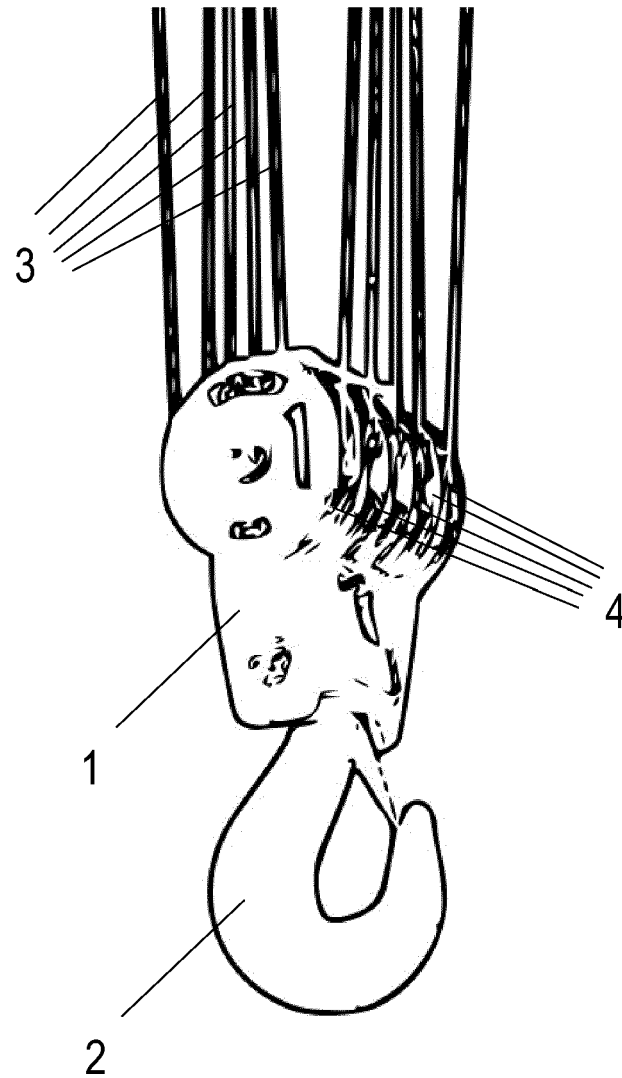


Fig. 1

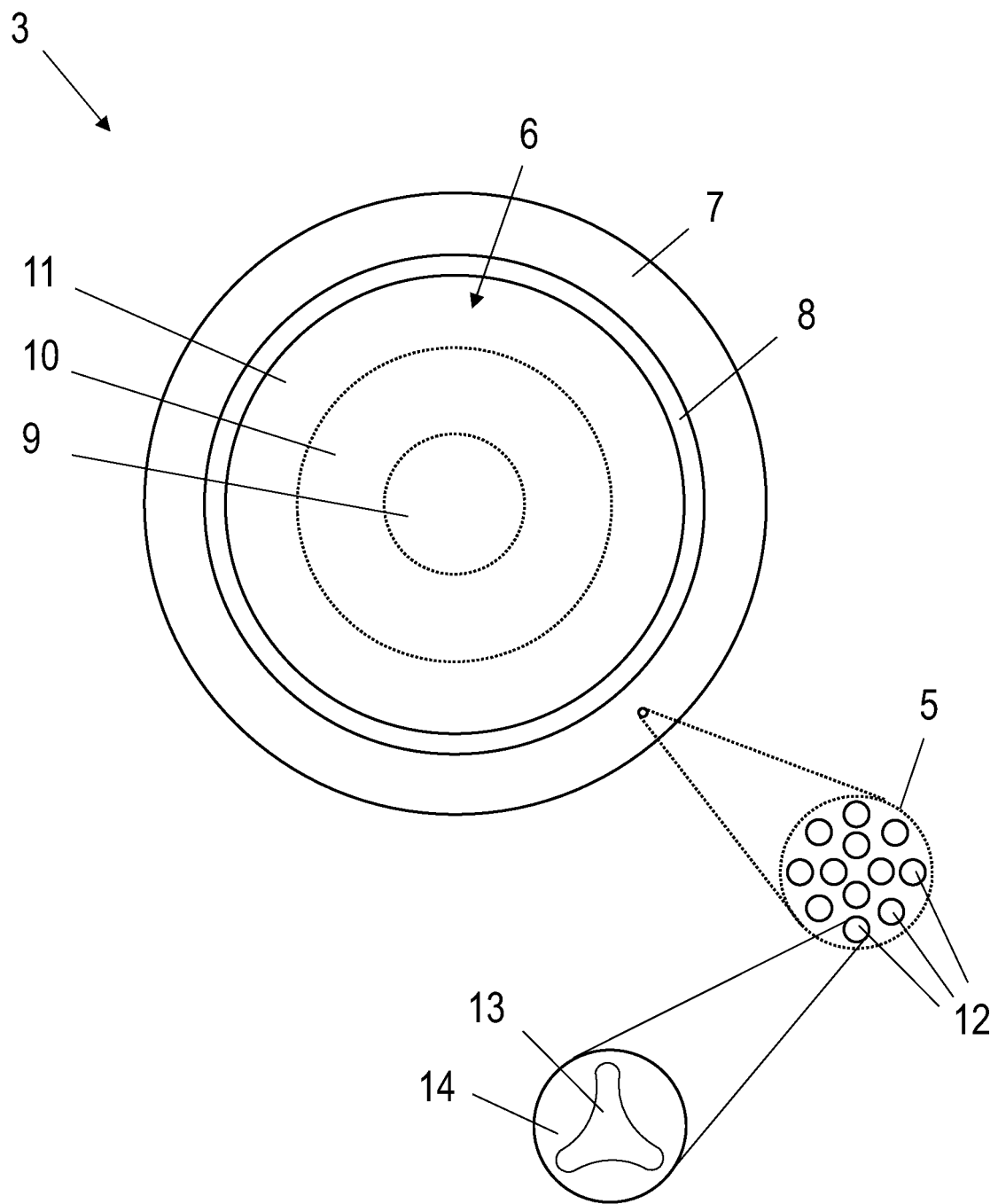


Fig. 2

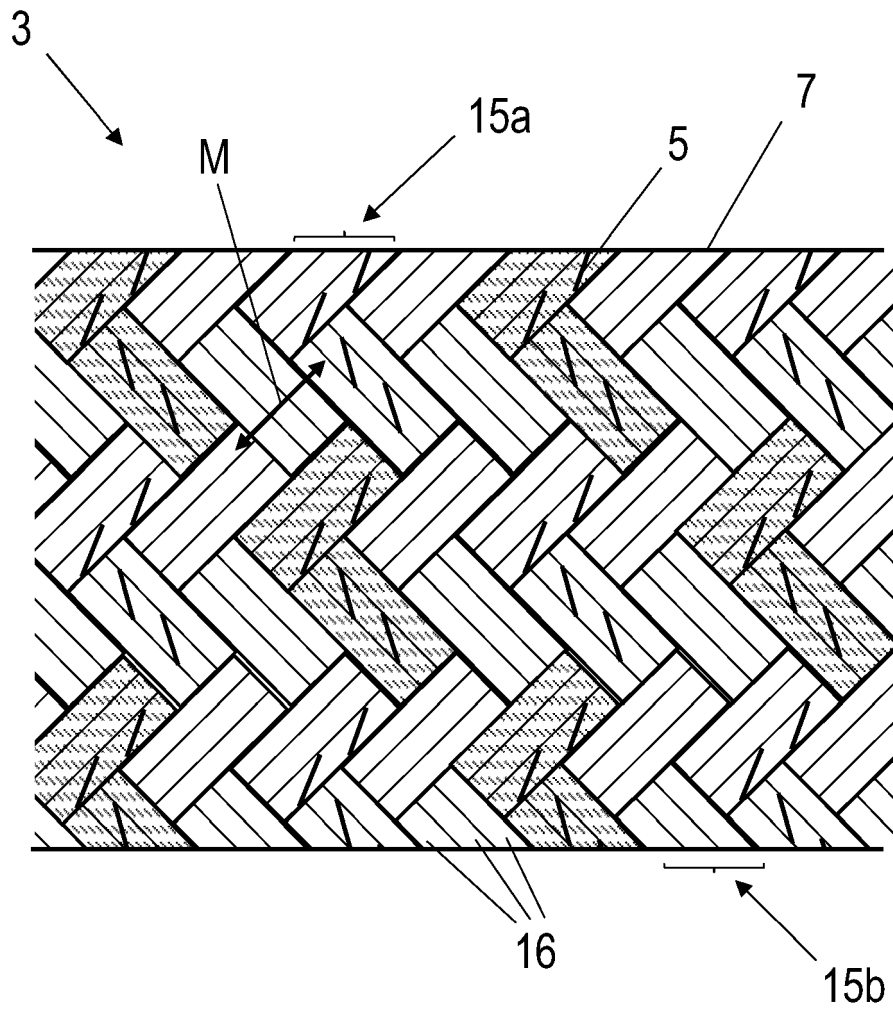


Fig. 3

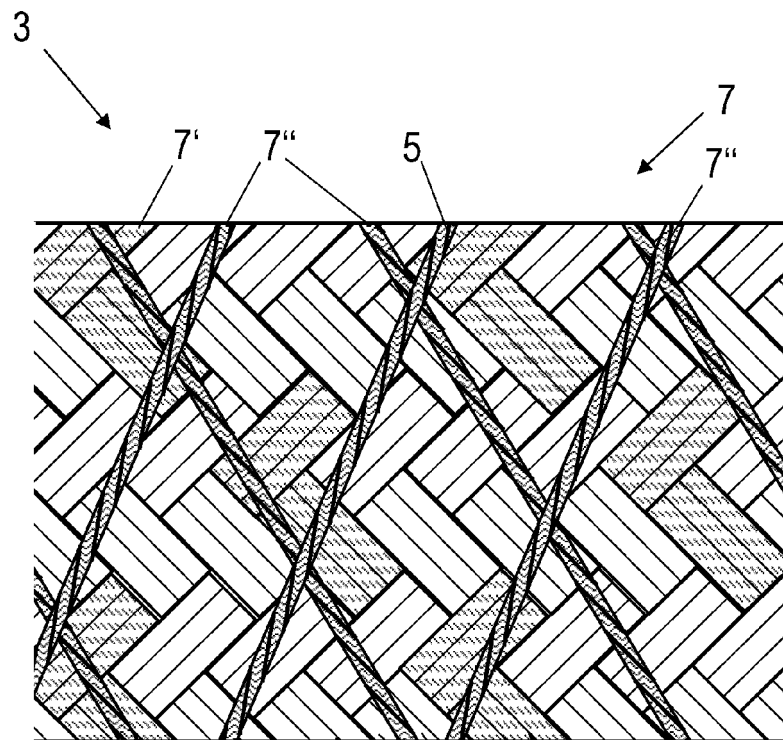


Fig. 4a

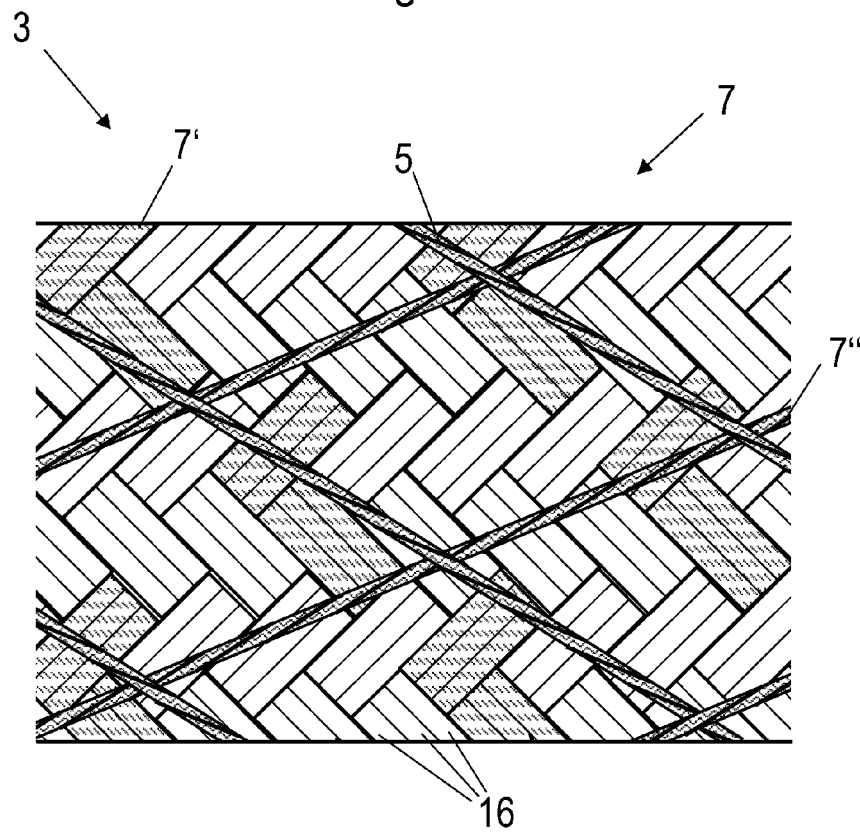


Fig. 4b



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 23 19 2312

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

2

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	Anonymous: "nega-stat - barnet", , 20. Juni 2022 (2022-06-20), XP093024453, Gefunden im Internet: URL:https://www.barnet.com/products/nega-stat/ [gefunden am 2023-02-16] * Seite 5 * * Seite 15 * -----	1-15	INV. D01F1/09 D07B1/02
A	EP 3 392 404 A1 (TEUFELBERGER FIBER ROPE GMBH [AT]) 24. Oktober 2018 (2018-10-24) * Absatz [0054]; Anspruch 1; Abbildung 1 * -----	1-15	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) D07B D01F
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 5. Februar 2024	Prüfer Todarello, Giovanni
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.****EP 23 19 2312**

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

05-02-2024

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
	EP 3392404	A1	24-10-2018	EP 3392404 A1		24-10-2018
				KR 20180118066 A		30-10-2018
15				US 2018305865 A1		25-10-2018

20						
25						
30						
35						
40						
45						
50						
55						

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 3392404 A1 [0002]
- WO 2012042576 A1 [0007]
- JP H01207483 A [0007]
- US 5202185 A [0008] [0013] [0014] [0043]
- US 3803453 A [0008] [0013] [0014] [0043]
- EP 2434050 A1 [0009]