

(19)



(11)

EP 3 392 404 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
24.10.2018 Patentblatt 2018/43

(51) Int Cl.:
D07B 1/14 (2006.01) B66C 15/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **18168408.5**

(22) Anmeldetag: **20.04.2018**

(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 MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

- **TRAXL, Robert**
4802 Ebensee (AT)
- **KAISER, Gunter**
4600 Thalheim/Wels (AT)
- **KIRTH, Rudolf**
4840 Vöcklabruck (AT)
- **ERNST, Björn**
4810 Gmunden (AT)
- **RÜHRNÖSSL, Erich**
4053 Haid (AT)

(30) Priorität: **20.04.2017 EP 17167390**

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

(74) Vertreter: **Nemec, Harald**
Schwarz & Partner
Patentanwälte
Wipplingerstrasse 30
1010 Wien (AT)

(72) Erfinder:
• **BALDINGER, Peter**
4311 Schwertberg (AT)

(54) HOCHFESTES FASERSEIL FÜR HEBEZEUGE WIE KRANE

(57) Hochfestes Faserseil (1) mit einem Seilkern sowie einer optisch Verschleiß anzeigenden Ummantlung, wobei die Ummantlung eine Mantelschicht (2) aus miteinander verflochtenen Untereinheiten (3, 4) einer ersten Hierarchieebene aufweist und wobei gegebenenfalls ein Teil der Untereinheiten der ersten Hierarchieebene Untereinheiten einer zweiten Hierarchieebene aufweist, welche wiederum gegebenenfalls Untereinheiten einer dritten Hierarchieebene aufweisen. Es ist eine ä-

ußerste Mantelschicht (2) vorgesehen, deren Untereinheiten (3, 4) sich in ihrer Konstruktion unterscheiden und daraus resultierend unterschiedliche Verschleißfestigkeiten aufweisen und/oder es sind eine äußerste Mantelschicht und eine weitere Mantelschicht vorgesehen, und wobei sich die Untereinheiten der äußersten Mantelschicht von jener der weiteren Mantelschicht in ihrer Konstruktion unterscheiden und daraus resultierend unterschiedliche Verschleißfestigkeiten aufweisen.

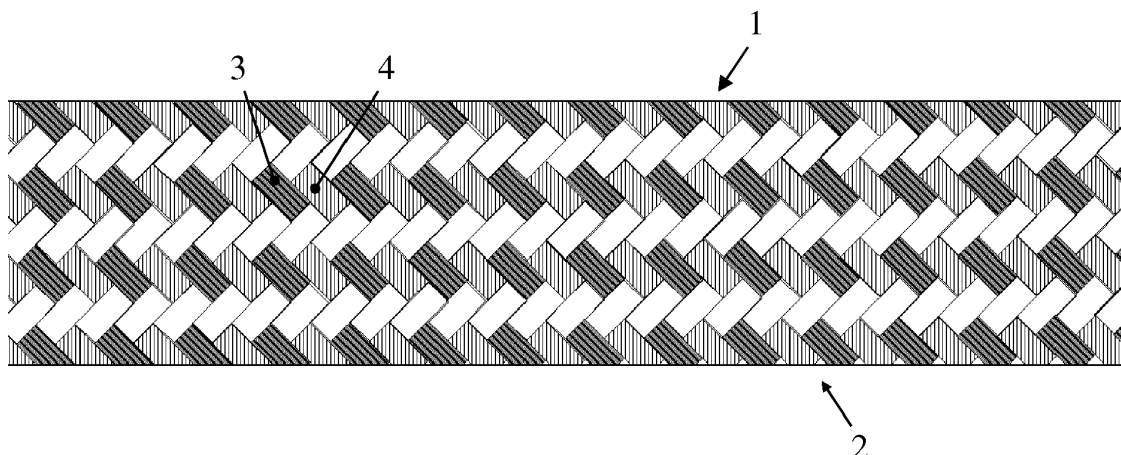


Fig. 1

EP 3 392 404 A1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein hochfestes Faserseil für Hebezeuge wie Krane, mit einem Seilkern, der hochfeste Kunststofffasern umfasst, sowie einer den Seilkern umgebenden, optisch Verschleiß anzeigenden Ummantelung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Seit geraumer Zeit wird in der Hebetchnik und insbesondere bei Kranen versucht, die üblichen, schweren Stahlseile durch hochfeste Faserseile zu ersetzen, die aus hochfesten Kunstfasern wie beispielsweise Aramidfasern (HMPA), Aramid-/ Kohlefasergemischen, hochmodularen Polyethylenfasern (HMPE), oder Poly(p-phenylene-2,6-benzobisoxazole)-Fasern (PBO) bestehen oder zumindest derartige Fasern aufweisen. Durch die Gewichtsersparnis gegenüber Stahlseilen von bis zu 80% bei annähernd gleicher Bruchfestigkeit bei vergleichbarem Durchmesser kann die Traglast bzw. die zulässige Hublast erhöht werden, da das für die Traglast zu berücksichtigende Eigengewicht des Seils deutlich geringer ist. Gerade bei Kranen mit großer Hubhöhe oder in Auslegern oder Mastverstellwerken mit Flaschenzügen hoher Einsicherungszahl kommen beträchtliche Seillängen und damit auch ein entsprechendes Seilgewicht zustande, so dass die durch hochfeste Faserseile mögliche Gewichtsreduzierung sehr vorteilhaft ist. Zusätzlich zum Gewichtsvorteil des Faserseiles selbst kommt hinzu, dass die Verwendung von Faserseilen auch eine Gewichtsersparnis bei weiteren Komponenten ermöglicht. Beispielsweise kann der Lasthaken leichter ausgeführt werden, da zur Seilspannung eines Faserseils in einem Seiltrieb ein geringeres Lasthakengewicht ausreichend ist. Zum anderen erlaubt die gute Biegsamkeit von Synthetikfaserseilen kleinere Biegeradien und damit kleinere Seilscheiben bzw. -rollen am Kran, was zu einer weiteren Gewichtsreduzierung insbesondere im Bereich der Kranausleger führt, so dass bei großen Kranausladungen eine erhebliche Lastmomentsteigerung und erhöhte Spitzentraglast erreicht werden kann.

[0003] Zusätzlich zu den genannten Gewichtsvorteilen können sich Seiltriebe mit Kunstfaserseilen durch eine beträchtlich größere Lebensdauer, leichtes Hantieren und gute Biegsamkeit sowie den Entfall der bei Stahlseilen notwendigen Seilschmierung auszeichnen. Insgesamt kann hierdurch eine verbesserte Geräteverfügbarkeit erzielt werden.

[0004] Hochfeste Faserseile sind wie Stahlseile Verschleißteile, die ausgetauscht werden müssen, wenn sich ihr Zustand soweit verschlechtert hat, dass bei weiterem Betrieb die erforderliche Sicherheit nicht mehr gegeben ist. Diesen Zustand bezeichnet man allgemein als Ablegereife. Eine Schwierigkeit bei solchen hochfesten Faserseilen besteht jedoch darin, die Ablegereife präzise und verlässlich vorherzubestimmen. Bei herkömmlichen Stahlseilen ist die Ablegereife in an sich recht einfacher Weise durch Inaugenscheinnahme des Seilzustandes ermittelbar, wobei die Vorgehensweise bei der Prüfung und der Prüfungsumfang in der Norm ISO 4309 vorgegeben wird. Im Wesentlichen wird dabei auf die Anzahl der Drahtbrüche über eine bestimmte Messlänge des Seiles, eine Verringerung des Seildurchmessers sowie auf Litzenbrüche abgestellt. Diese Messmethode ist jedoch zur Erkennung der Ablegereife bei hochfesten Faserseilen nicht möglich, da sich die verwendeten Synthetikfasern nicht so verhalten wie Stahldrahtlitzen. Insbesondere kommt es bei hochfesten Faserseilen oft zu einem schlagartigen Versagen bzw. einem Eintreten der Ablegereife ohne nach und nach erkennbare Vorschädigungen, da anders als bei Stahlseilen oftmals nicht einzelne Fasern nach und nach reißen und aufspießen, sondern oft gleichzeitig mehrere Faserstränge versagen.

[0005] Aus der Schrift DE 20 2009 014 031 U1 ist ein hochfestes Faserseil aus Synthetikfasern bekannt, bei dem ein Seilkern mit einer Ummantelung versehen wird, die anders eingefärbt ist als der Seilkern und selbst wiederum verschiedene Mantelschichten unterschiedlicher Farbe besitzt. Durch diese verschiedenfarbige Einfärbung soll es leichter erkennbar sein, wenn durch Abrieb einer äußeren Schicht eine andersfarbige, darunterliegende Schicht oder gar der Seilkern zum Vorschein kommt. In der Praxis leidet diese an sich sinnvolle Farbindikatorfunktion jedoch daran, dass die Ummantelung aufgrund der Eigenschaften hochfester Synthetikfasern dazu neigt, insgesamt recht schlagartig zu versagen, sodass es wiederum schwierig ist, die Ablegereife des Seils rechtzeitig zuverlässig vorherbestimmen zu können.

[0006] Die EP 1 930 497 A und EP 1 930 496 A offenbart die Verwendung einer elektrisch leitfähigen Indikatorfaser, die eine gegenüber den lasttragenden Litzen oder Fasern des Seiles geringere Widerstandsfähigkeit gegen Abrieb aufweist. Wenn die Indikatorfaser geschädigt wird oder reißt, ist dies anhand von Leitfähigkeitsmessungen feststellbar. Dieser Zugang ist nachteilig, da er zusätzliche Leitfähigkeitsmessungen erfordert und damit verbunden die nötige technische Infrastruktur wie Stromquelle, Leitfähigkeitsmessgerät, Anschlussstellen für die Indikatorfaser.

[0007] Aus der DE 20 2013 101 326 U1 ist die Verwendung eines elektrisch leitenden Sensorfadens bekannt mit den identen Nachteilen.

[0008] Ebenfalls sind Verfahren bekannt, welche die Längung des Seiles über die Lebensdauer als Bewertungskriterium für den Zustand des Seiles sowie die Vorhersage der Ablegereife heranziehen und auf verschiedene Weise bestimmen, so z.B. aus der EP 0 731 209 A und der EP 2 002 051 A. In letzterem Dokument sind auf dem Mantel eines Kern-Mantelseiles Markierungen vorgesehen (z.B. Flechtrauten aus unterschiedlich gefärbtem Material), anhand derer man Längungen oder auch Verdrehungen des Seiles feststellen kann.

[0009] Die WO 2003/054290 A1 schlägt ein ferromagnetisches Material vor, mit welchem man auch lokale Schädigung des Seiles erkennen können soll.

[0010] Die WO 2012/162556 offenbart ein Seil mit einer oder gegebenenfalls mehreren Mantelschichten, wobei je-

denfalls in einer Mantelschicht die Fasern, welche die Faserstränge bilden, in Form von Faserbündeln, also als gefachtes, ungedrehtes Garn, in einer Harzmatrix dispergiert vorliegen. Eine Harzmatrix verändert die Eigenschaften der Fasern und schützt sie vor Verschleiß. Zur Anzeige einer Ablegereife des Seiles werden auch in WO 2012/162556 Indikatorfasern, die elektrische oder optische Signale weiterleiten können, vorgeschlagen.

[0011] Weiterer Stand der Technik ist aus US 2003/111298, der JP 2001/192183, WO 2004/029343, US 2005/226584, EP 1 905 892, WO 2015/139842, EP 1 530 040, US 2003/06225, US 2003/06226, JP H10 318741, DE 22 22 312 A und US 6 321 520 B1 bekannt.

[0012] Der Einsatz von Fasern mit unterschiedlichem Dehnverhalten in einem Seil wird in der DE 24 55 273 B2 beschrieben und soll dazu dienen, dass alle Litzenlagen des Seiles Last übernehmen, nicht jedoch zur Anzeige des Verschleißes.

[0013] In US 7,127,878 B1 wird ein Seil beschrieben, das aus mindestens zwei Materialien unterschiedlicher Zugfestigkeiten hergestellt wird, wobei das erste Material im Normalbetrieb die Zuglast übernimmt. Im Falle einer Zugüberlastung des Seiles übernimmt Material 2 die Zuglast von Material 1 und beugt so einem Totalversagen des Seiles vor. Die Erkennung der Ablegereife durch Abrasion, insbesondere in Seiltrieben, bei denen das Seil über Scheiben gebogen wird, bleibt hiervon jedoch unberührt.

[0014] Der vorliegenden Erfindung liegt demgegenüber die Aufgabe zugrunde, ein verbessertes hochfestes Faserseil zu schaffen, das Nachteile des Standes der Technik vermeidet und letzteren in vorteilhafter Weise weiterbildet. Insbesondere soll eine einfache, gleichwohl verlässliche und präzise Bestimmung der Ablegereife und damit eine möglichst lange Einsatzzeit ermöglicht werden, ohne hierbei die Sicherheit des Faserseils zu beeinträchtigen.

[0015] Die genannte Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein hochfestes Faserseil gemäß Anspruch 1 gelöst. Bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0016] Die Ummantelung des erfindungsgemäßen hochfesten Faserseils umfasst zumindest eine geflochtene Mantelschicht aus zumindest zwei miteinander verflochtenen textilen Untereinheiten einer ersten Hierarchieebene, wobei gegebenenfalls ein Teil der textilen Untereinheiten der ersten Hierarchieebene zumindest zwei textile Untereinheiten einer zweiten Hierarchieebene aufweist, welche wiederum gegebenenfalls zumindest zwei textile Untereinheiten einer dritten Hierarchieebene aufweisen.

[0017] Aus Gründen der Übersichtlichkeit werden im Folgenden die Untereinheiten der ersten Hierarchieebene mit 1TUE, die Untereinheiten der zweiten Hierarchieebene mit 2TUE und die Untereinheiten der dritten Hierarchieebene mit 3TUE abgekürzt.

[0018] Beispielsweise können die zumindest zwei 1TUE in Form von Strängen, Seilchen, Zwrnen, Schnüren, Bändern und/oder Garnen vorliegen, die miteinander verflochten sind. Abhängig von der Ausbildung der 1TUE können diese wiederum aus zumindest zwei, bevorzugt mehreren, gedrehten, geflochtenen, gewirkten, gestrickten, gewebten und/oder im Wesentlichen parallel angeordneten 2TUE gebildet sein. So kann zum Beispiel eine in Form eines Stranges oder Seilchen vorliegende 1TUE selbst durch mehrere Zwrne, Schnüre, Bänder und/oder Garne gebildet sein.

[0019] Entsprechend können je nach Ausbildung der 2TUE diese wiederum aus zumindest zwei, bevorzugt mehreren, gedrehten, geflochtenen, gewirkten, gestrickten, gewebten und/oder im Wesentlichen parallel angeordneten 3TUE gebildet sein. So ist zum Beispiel eine in Form eines Seilchens, eines Zwrns, einer Schnur oder eines Bandes vorliegende 2TUE selbst durch mehre Garne gebildet, die dann die 3TUE sind.

[0020] Für die Zwecke der vorliegenden Erfindung werden die Faserbündel, die zum Aufbau der textilen Untereinheiten verwendet werden, insbesondere gefachte, d.h. ungedrehte Garne, als unterste Hierarchieebene des erfindungsgemäßen Seiles definiert.

[0021] Die Ummantelung des erfindungsgemäßen hochfesten Faserseils kann entweder nur durch eine äußerste Schicht gebildet sein oder kann durch eine äußerste Schicht und eine unterhalb der äußersten Schicht angeordnete weitere Mantelschicht gebildet sein. Dabei ist die weitere Mantelschicht zwischen Seilkern und äußerster Mantelschicht angeordnet, wobei die weitere Mantelschicht den Seilkern gänzlich oder nur teilweise umschließen kann.

[0022] Bei einer Ummantelung mit einer äußersten Mantelschicht und einer unterhalb der äußersten Mantelschicht angeordneten weiteren Mantelschicht kann die weitere Mantelschicht entweder direkt unterhalb der äußersten Mantelschicht angeordnet sein oder durch eine oder mehrere insbesondere schnell verschleißende Trennschicht/en getrennt von der äußersten Mantelschicht unterhalb dieser angeordnet sein. Eine Trennschicht kann zum Beispiel eine dünne Folie aus einem Kunststoffmaterial sein.

[0023] Die textilen Untereinheiten einer untersten Hierarchieebene des Seiles liegen weder in der äußersten Mantelschicht noch in der weiteren unterhalb der äußersten Mantelschicht angeordneten Mantelschicht in einer Harzmatrix dispergiert vor, wie dies in der WO 2012/162556 vorgesehen ist.

[0024] Bevorzugt bestehen sämtliche textilen Untereinheiten des Seiles im Wesentlichen aus textilem Fasermaterial. Dies bedeutet, dass keine der textilen Untereinheiten des Seiles in einer Harzmatrix dispergiert vorliegen. Dies soll das optionale Vorliegen einer lediglich oberflächlichen Imprägnierung von Untereinheiten (siehe weiter unten) nicht ausschließen.

[0025] Die 1TUE und/oder, falls vorhanden, die 2TUE der äußersten Schicht unterscheiden sich voneinander hin-

sichtlich ihrer textilen Konstruktion und weisen daraus resultierend unterschiedliche Verschleißfestigkeiten auf.

[0026] Unter der "textilen Konstruktion" der 1TUE und/oder, falls vorhanden, der 2TUE wird ganz allgemein die textile Anordnung und der Aufbau der Untereinheiten bzw. der ihnen zugrunde liegenden Untereinheiten verstanden. Für die Zwecke der vorliegenden Erfindung umfasst der Begriff "textile Konstruktion" nicht die Eigenschaften der zum Aufbau des Seils verwendeten Werkstoffe, d.h. der Kunststofffasern, also zum Beispiel deren chemische Natur, Feinheit (Dicke), Abrieb- und/oder Zugfestigkeit und/oder Biegewechselstandfestigkeit.

[0027] Unter "textile Konstruktion" fallen aber abgesehen vom konkreten Aufbau der Untereinheiten auch textile Parameter der Untereinheiten wie z.B. das Vorhandensein einer Imprägnierung oder einer Bewehrung.

[0028] Aus der erfindungsgemäß vorgesehenen unterschiedlichen textilen Konstruktion der textilen Untereinheiten resultiert unabhängig von den Eigenschaften des jeweils eingesetzten Faserwerkstoffes eine unterschiedliche Verschleißfestigkeit der Untereinheiten. Somit verschleissen textile Untereinheiten verschiedener Konstruktion auch bei gleichmäßiger Beaufschlagung mit verschleißfördernden Einflüssen unterschiedlich. Daraus resultiert eine verschiedenartige optisch feststellbare Veränderung der Ummantelung bei Beanspruchung. Die Verschleißfestigkeit der Ummantelung des Kern-Mantel-Seils wird erfindungsgemäß somit in erster Linie durch die Veränderung der textilen Konstruktion der 1TUE und/oder, falls vorhanden, der 2TUE verändert und nicht durch Eigenschaften des Werkstoffmaterials der verwendeten Kunststofffasern.

[0029] Vorteilhaft unterscheiden sich die 1TUE und/oder, falls vorhanden, die 2TUE voneinander hinsichtlich ihrer Konstruktion in zumindest einer der folgenden Eigenschaften:

- Art des Aufbaus:

Als mögliche Arten des Aufbaus von Untereinheiten können Verdrehen, Flechten, Wirken, Stricken, Weben oder auch ein paralleles Nebeneinanderführen der die jeweilige Untereinheit bildenden Untereinheiten einer untergeordneten Hierarchieebene genannt werden. So kann zum Beispiel eine 1TUE durch zumindest zwei, insbesondere mehrere miteinander verflochtene, gedrehte, gewirkte, gestrickte, verwebte und/oder parallel nebeneinander geführte 2TUE aufgebaut sein. Eine zweite 1TUE kann einen anderen Aufbau aufweisen als die erste 1TUE, d.h. dass die 2TUE in der zweiten 1TUE anders aufgebaut vorliegen als bei der ersten 1TUE. Dies gilt analog eine Hierarchieebene tiefer, d.h. für 2TUE, die unterschiedlich aus den jeweiligen 3TUE aufgebaut sein können.

- technische Parameter des Aufbaus:

Unter "technische Parameter des Aufbaus" sind bei gegebenem Aufbau (z.B. Flechten oder Drehen) insbesondere die Verschleißfähigkeit dieses Aufbaus beeinflussende Parameter zu verstehen. Ein technischer Parameter einer gedrehten textilen Untereinheit ist zum Beispiel der Schlagwinkel. Technische Parameter einer geflochtenen textilen Untereinheit sind zum Beispiel der Flechtwinkel oder die Flechtigkeit. Unter der Flechtigkeit versteht man die Anzahl der Klöppel, aus denen in der Flechtmaschine Stränge oder Zwirne zugeführt werden.

- falls vorhanden Anzahl der 2TUE pro 1TUE:

So kann zum Beispiel eine textile Untereinheit bei ansonsten gleichem Aufbau und gleichem Werkstoff verschleißfester sein, wenn eine höhere Anzahl an 2TUE pro 1TUE vorgesehen ist. Dementsprechend kann zum Beispiel eine durch einen Strang gebildete 1TUE eine höhere Verschleißfestigkeit auf, wenn der Strang eine höhere Anzahl an beispielsweise durch Zwirne gebildete 2TUE aufweist als eine andere 1TUE.

- falls vorhanden Anzahl der 3TUE pro 2TUE; und

- Vorliegen und/oder Art und/oder Menge einer Imprägnierung in einer oder mehreren Untereinheiten: Durch die Imprägnierung kann eine Oberflächehärte der textilen Untereinheiten und/oder deren Oberflächenrauigkeit verändert werden. So kann über die Imprägnierung beispielsweise die Verschleißfestigkeit von textilen Untereinheiten je nach Bedarf erhöht oder verringert werden. Imprägnierungen können in bekannter Weise Materialien aus der Gruppe bestehend aus Polyurethanen, Wachsen, Silikonen und Mischungen daraus umfassen. Unter "Imprägnierung" wird für die Zwecke der vorliegenden Erfindung das lediglich oberflächliche Aufbringen von Imprägnierungsmaterial auf die jeweilige textile Untereinheit verstanden. Eine vollständige Dispergierung von textilen Untereinheiten, insbesondere von textilen Untereinheiten der untersten Hierarchieebene, in einer Harzmatrix stellt keine Imprägnierung im Sinne der vorliegenden Erfindung dar.

[0030] Sämtliche der oben genannten Möglichkeiten unterschiedlicher textiler Konstruktion können natürlich miteinander kombiniert werden.

[0031] Beispiele für den unterschiedlichen Aufbau von textilen Untereinheiten der verschiedenen Hierarchieebenen:

- Ein Teil von 1TUE ist gedreht, und ein weiterer Teil von 1TUE ist geflochten.

- 1TUE sind jeweils gedreht, wobei das Ausmaß der Drehung eines Teils der 1TUE größer ist als das Ausmaß der Drehung eines anderen Teils der 1TUE. Die Differenz der Drehungen pro Meter kann dabei bevorzugt mind. 40 T/m betragen (also z.B. ein Teil von Untereinheiten mit 20 T/m und ein anderer Teil von Untereinheiten mit 60 T/m oder mehr).

[0032] Bei den obigen Ausführungsformen liegen unterschiedliche Konstruktionen in der ersten Hierarchieebene des Seils vor, konkret also in der Art des Aufbaus der 1TUE selbst bzw. von Parametern des Aufbaus der 1TUE (z.B. Ausmaß der Drehung).

[0033] Bei den folgenden Ausführungsformen liegen die Unterschiede in der Konstruktion in der zweiten Hierarchieebene des Seils, also bei 2TUE vor:

- 1TUE sind jeweils gedreht, wobei das Ausmaß der Drehung der zur Bildung der 1TUE herangezogenen 2TUE in einem Teil der 1TUE größer ist als das Ausmaß der Drehung der 2TUE in einem anderen Teil der 1TUE. Erneut kann bevorzugt die Differenz der Drehungen pro Meter mind. 40 T/m betragen.

- 1TUE sind aus einer Mehrzahl von im Wesentlichen parallel nebeneinanderliegenden 2TUE gebildet, wobei in einem Teil der 1TUE die 2TUE geflochten sind und in einem anderen Teil der 1TUE die 2TUE gedreht sind.

- Alternativ oder zusätzlich dazu kann in den 1TUE ein Teil der parallel nebeneinanderliegenden 2TUE gedreht und ein anderer Teil geflochten sein, wobei sich die jeweilige Anzahl an gedrehten und geflochtenen 2TUE oder auch das Ausmaß der Drehung oder der Flechtwinkel der 2TUE in einem Teil der 1TUE von einem anderen Teil der 1TUE unterscheidet.

- 1TUE sind aus einer Mehrzahl von im Wesentlichen parallel nebeneinanderliegenden 2TUE gebildet, wobei die 2TUE gedreht sind und wobei in einem Teil der 1TUE die 2TUE stärker gedreht sind als in einem anderen Teil der 1TUE.

[0034] Einmal mehr sind sämtliche oben angeführten Möglichkeiten auch miteinander kombinierbar.

[0035] Ein weiterer Unterschied kann im Vorliegen bzw. in der Art und Ausmaß einer Imprägnierung oder auch Bewehrung in einem Teil der 1TUE oder 2TUE bestehen.

[0036] Eine textile Konstruktion der textilen Untereinheiten wird vorteilhaft so gewählt, dass durch eine über die Verwendungsdauer des hochfesten Faserseils entstehende Abnutzung bzw. einen über die Verwendungsdauer des hochfesten Faserseils entstehenden Verschleiß und eine daraus resultierende optische Veränderung der Ummantelung eine zuverlässige Aussage darüber getroffen werden kann, ob das hochfeste Faserseil seine Ablegereife erreicht hat. Dabei treten Schädigungen der äußersten Mantelschicht zumeist im Wesentlichen nur partiell und nach und nach ein, sodass anhand der nach und nach zunehmenden Schädigungsstellen verschiedene Verschleißzustände des hochfesten Faserseils und der damit einhergehende verbleibende Abstand zur Ablegereife graduell bestimmbar und quantifizierbar sind.

[0037] Die Bestimmung der Ablegereife kann anhand von Referenzdarstellungen des Seils in unterschiedlichen Schädigungsgraden oder anhand von einem Erfahrungsschatz durch eine sachkundige Person als Sichtprüfung durchgeführt werden und ist daher makroskopisch bestimmbar. Vorteilhaft kategorisiert die sachkundige Person die aufgetretenen Schäden ein, hält diese schriftlich fest und summiert diese auf, um dann gegebenenfalls die Ablegereife zu bestimmen. Es besteht auch die Möglichkeit, dass die Bestimmung der Ablegereife mittels Software erfolgt, wobei dazu die Ummantelung mittels Kamerasystemen optisch erfasst wird.

[0038] Bevorzugt wird die textile Konstruktion der 1TUE und/oder falls vorhanden der 2TUE für jedes Seil individuell angepasst und festgelegt. Das hat den Vorteil, dass für jedes Seil individuell angepasst an den Einsatzzweck, Einsatzort und Art der Belastung ein zuverlässiger Indikator geschaffen wird, der erlaubt schnell und unkompliziert zu bestimmen, ob das Seil seine Ablegereife erreicht hat.

[0039] Bei einer Ummantelung des erfindungsgemäßen hochfesten Faserseils mit einer äußersten Schicht und einer unterhalb der äußersten Schicht angeordneten weiteren Mantelschicht unterscheiden sich vorteilhaft nicht nur die 1TUE und/oder falls vorhanden die 2TUE hinsichtlich ihrer textilen Konstruktion in den einzelnen Schichten voneinander, sondern es können sich auch die 1TUE und/oder falls vorhanden die 2TUE der äußersten Mantelschicht von jener der weiteren Mantelschicht in ihrer textilen Konstruktion unterscheiden.

[0040] Es besteht zum Beispiel die Möglichkeit, dass jede Mantelschicht durch die verschiedenen textilen Konstruktionen der textilen Untereinheiten eine charakteristische Festigkeit gegenüber Abrieb und Verschleiß zeigt, die in jeder Mantelschicht zu einem partiell anderen Schädigungsbild führt bzw. die Mantelschichten unterschiedlich schnell verschleifen lassen. So kann zum Beispiel optisch sichtbarer Verschleiß an der äußersten Mantelschicht ein baldiges Erreichen der Ablegereife kennzeichnen, wobei die tatsächliche Ablegereife des Seils erst bei optisch sichtbarem Verschleiß an der

weiteren Mantelschicht erreicht ist. Hierdurch bleibt beispielsweise genügend Zeit Sorge zu tragen, dass ein neues Seil bestellt oder bereitgestellt wird. Bis zur Lieferung kann das Seil noch weiter verwendet werden, wobei durch die weitere Mantelschicht trotzdem noch ein zuverlässiger Indikator geschaffen ist, ob das Seil noch einsatzfähig ist oder nicht.

[0041] Anders ausgedrückt kann alleine durch eine Veränderung der textilen Konstruktion der textilen Untereinheiten der Ummantelung die Verschleißfestigkeit der Ummantelung des erfindungsgemäßen hochfesten Faserseils so verändert und an eine Lebensdauer des hochfesten Faserseils angepasst werden, dass durch eine optische Beurteilung der Ummantelung zuverlässig bestimmt werden kann, wann das hochfeste Faserseil seine Ablegereife erreicht hat.

[0042] Zusätzlich können zur Veränderung der Verschleißfestigkeit der Ummantelung verschiedenartige Kunststofffasern in den textilen Untereinheiten verwendet werden und somit die Unterschiede zwischen den Verschleißfestigkeiten der textilen Untereinheiten verstärkt werden.

[0043] Die der Ummantelung des erfindungsgemäßen hochfesten Faserseils zugrund liegenden Kunststofffasern können zum Beispiel HMPE-Fasern, Polyesterfasern, Polyamidfasern, PBO-Fasern und/oder Aramid-Kohlefasermischfasern sein.

[0044] Ferner können zusätzlich bei Vorhandensein einer weiteren Mantelschicht in der Ummantelung in der äußersten Mantelschicht Kunststofffasern vorgesehen sein, die sich hinsichtlich ihrer Feinheit und/oder Abrieb- und/oder Zugfestigkeit und/oder Biegewechselstandfestigkeiten und/oder ihres Werkstoffs zumindest von einem Teil, insbesondere von allen, der Kunststofffasern der weiteren Mantelschicht unterscheiden. Das Ausmaß der sich aus der erfindungsgemäß vorgesehenen unterschiedlichen Konstruktion der textilen Untereinheiten ergebenden unterschiedlichen Verschleißfestigkeiten wird hier also noch durch unterschiedliche Materialeigenschaften verstärkt.

[0045] Vorteilhaft besitzt bei einem erfindungsgemäßen hochfesten Faserseil mit einer Ummantelung, die die weitere Mantelschicht umfasst, die Ummantelung Mantelschichten unterschiedlicher Schichtdicken und/oder von Schicht zu Schicht unterschiedlich dicke Kunststofffasern. Durch die Verwendung unterschiedlich dicker Kunststofffasern können beispielsweise auch bei gleicher oder ähnlicher textiler Konstruktion von Schicht zu Schicht unterschiedliche Schädigungsbilder erzielt werden. Auch durch die Verwendung unterschiedlich großer Schichtdicken, die zum Beispiel von außen nach innen zunehmen können, kann sichergestellt werden, dass immer tiefer gehende Schädigungen immer schwerer auftreten und zunächst nur leichtere Schädigungen, die von der Ablegereife noch relativ weit entfernt sind, zunächst an der Außenschicht auftreten und damit leicht erkennbar sind.

[0046] Um eine Erkennbarkeit der verschiedenen Schädigungen auch bei nur kleinen Ausmaßen der Schädigungen leicht zu ermöglichen, können die textilen Untereinheiten der verschiedenen Hierarchieebenen, die unterschiedliche Verschleißfestigkeiten aufweisen, in unterschiedlichen Farben eingefärbt werden. Auch besteht die Möglichkeit, dass Kunststofffasern, aus der die textilen Untereinheiten der niedrigsten Hierarchieebene gebildet sind, verschiedenfarbig eingefärbt sind.

[0047] Bei einem erfindungsgemäßen hochfesten Faserseil mit Ummantelung umfassend eine äußerste Mantelschicht und eine unterhalb dieser angeordneten weiteren Mantelschicht können die Mantelschichten mit unterschiedlichen Farben gefärbt sein. Hierdurch wird eine optische Erfassung von Schädigungen der Ummantelung aufgrund von Verschleiß deutlich erleichtert, da bei Verschleissen der äußersten Mantelschicht die unterhalb dieser angeordnete weitere Mantelschicht in anderer Farbe oder Farbkombination sichtbar wird.

[0048] Im Speziellen kann auch der Seilkern eine andere Farbe besitzen als die Ummantelung, insbesondere eine andere Farbe als die weitere Mantelschicht bzw. die äußerste Mantelschicht der Ummantelung, sodass spätestens bei einem vollständigen Verschleissen der Ummantelung die andere Farbe des Seilkerns sichtbar wird.

[0049] Auch ist denkbar, dass die Ummantelung des erfindungsgemäßen hochfesten Faserseils zusätzliche weitere Mantelschichten aufweist, die übereinander sich jeweils zumindest teilweise überdeckend zwischen Seilkern und äußerer Mantelschicht angeordnet sind.

[0050] Ferner besteht die Möglichkeit, dass bei dem erfindungsgemäßen hochfesten Faserseil die Ummantelung zumindest teilweise imprägniert ist, um die Ummantelung zumindest teilweise eine die äußerste Mantelschicht umgebende Bewehrung ausgebildet ist und/oder um die Ummantelung zumindest teilweise eine die äußerste Mantelschicht umgebende dünne Folie ausgebildet ist.

[0051] Ein entsprechend obiger Erläuterung beschriebenes erfindungsgemäßes hochfestes Faserseil kommt vorteilhaft als Teil eines Hebezeugs insbesondere bei Kränen wie Turmdrehkränen, Teleskop-, Hafen- oder Schiffskränen zum Einsatz. Dieses ist dabei bevorzugt als Kranhubseil oder als Kranauslegerabspannseil ausgebildet.

[0052] Bevorzugt ist die Ummantelung des Seils nicht lasttragend ausgeführt.

[0053] Die Erfindung wird nachfolgend anhand von bevorzugten Ausführungsbeispielen und zugehörigen Zeichnungen näher erläutert. In den Zeichnungen zeigen:

Fig. 1 bis Fig. 7: jeweils einen Ausschnitt einer Ummantelung einer Ausführungsvariante eines erfindungsgemäßen hochfesten Faserseils. Dabei sind die 1TUE jeweils nur in eine Flechtrichtung (hier S) dargestellt im Sinne einer besseren Lesbarkeit. Alle Ausführungen beziehen sich analog auf die zweite Flechtrichtung (hier Z).

[0054] Figuren 1 bis 7 zeigen jeweils einen Ausschnitt einer Ausführungsvariante eines erfindungsgemäßen hochfesten Faserseils. Jedes der hochfesten Faserseile ist aus einem in den Figuren 1 bis 7 nicht sichtbaren Seilkern und einer den Seilkern umgebenden Ummantelung gebildet, wobei die Ummantelung unmittelbar um dem genannten Seilkern ausgebildet oder gegebenenfalls durch eine Zwischenschicht hiervon beabstandet sein kann. Der Seilkern kann die gesamte angegebene Zugfestigkeit des Faserseils übernehmen. Die genannte Ummantelung kann insbesondere den Außenmantel des Faserseils bilden und wirkt insbesondere nur unterstützend und als Schutz für den Seilkern. Die Ummantelung weist eine äußerste Mantelschicht auf, die aus verflochtenen 1TUE unter Bildung eines Flechtrautenmusters gebildet ist. Die 1TUE und/oder, falls vorhanden, die 2TUE unterscheiden sich untereinander in ihrer textilen Konstruktion, woraus jeweils unterschiedliche Verschleißfestigkeiten der Untereinheiten resultieren, aus welchen der Verschleißzustand des Seiles optisch festgestellt werden kann.

[0055] In keiner der dargestellten Ausführungsvarianten ist in einer der Mantelschichten eine Harzmatrix vorgesehen, in welcher die TUE der untersten Hierarchieebene dispergiert sind.

[0056] Im Speziellen zeigt:

- Figur 1 eine Ausführungsvariante eines erfindungsgemäßen hochfesten Faserseils 1. Die äußerste Mantelschicht 2 ist durch zwei miteinander verflochtene 1TUE gebildet, die in Form von aus Zwirnen (nicht dargestellt) gedrehten Seilchen 3,4 vorliegen. Die Seilchen 3,4 bilden somit die 1TUE des Seils, die zur Drehung der Seilchen herangezogenen Zwirne die 2TUE des Seils.

[0057] Seilchen 3 weist eine Drehung X und Seilchen 4 eine davon unterschiedliche Drehung Y auf.

[0058] Vorteilhaft kann die Drehung X von Seilchen 3 20 T/m und die Drehung Y von Seilchen 4 60 T/m oder mehr betragen.

[0059] Hier liegt somit eine unterschiedliche Konstruktion (hier: Ausmaß der Drehung) in der Ebene der 1TUE vor.

[0060] Die Kunststofffasern der dem Seilchen 3 zugrundeliegenden Zwirne können entweder den gleichen Werkstoff aufweisen wie die Kunststofffasern der dem Seilchen 4 zugrundeliegenden Zwirne oder diese können aus einem unterschiedlichen Werkstoff gebildet sein. So können zum Beispiel die Kunststofffasern verwendet im Seilchen 3 durch Polyesterfasern gebildet sein und die Kunststofffasern verwendet im Seilchen 4 durch HMPE-Fasern gebildet sein.

[0061] Ferner besteht alternativ oder zusätzlich zu dieser Ausführungsform die Möglichkeit, dass die die Seilchen 3 bildenden Zwirne mit einer Imprägnierung versehen sind, während dies bei den die Seilchen 4 bildenden Zwirnen nicht der Fall ist.

[0062] Weiters besteht alternativ oder zusätzlich die Möglichkeit, dass die Anzahl der die Seilchen 3 bildenden Zwirne von jener der die Seilchen 4 bildenden Zwirne unterschiedlich ist.

- Figur 2 eine weitere Ausführungsvariante eines erfindungsgemäßen hochfesten Kern-Mantel Seils 5.

[0063] Die 1TUE liegen in Form von Strängen 7 und 8 vor.

[0064] Stränge 7 und 8 sind jeweils aus mehreren nebeneinander im Wesentlichen parallel angeordneten 2TUE gebildet. Die 2TUE der Stränge 7 und 8 sind durch in Figur 2 nicht näher dargestellte gedrehte Zwirne gebildet, und weisen im Strang 7 eine Drehung X und im Strang 8 eine von X verschiedene Drehung Y auf.

[0065] Vorteilhaft kann die Drehung X 20 T/m und die Drehung Y 60 T/m oder mehr betragen.

[0066] Hier liegt somit eine unterschiedliche Konstruktion (hier: Ausmaß der Drehung) in der Ebene der 2TUE vor. Diese Maßgabe könnte natürlich auch zusätzlich in der Ausführungsform gemäß Figur 1 vorgesehen werden.

[0067] Weiters besteht alternativ oder zusätzlich zu dieser Ausführungsform die Möglichkeit, dass die Anzahl der die Stränge 7 bildenden Zwirne von der Anzahl der die Stränge 8 bildenden Zwirne unterschiedlich ist.

- Figur 3 eine weitere Ausführungsvariante eines erfindungsgemäßen hochfesten Faserseils 9. Die äußerste Mantelschicht 10 ist durch zwei miteinander verflochtene 1TUE in Form von Seilchen 11 und Seilchen 12 gebildet.

[0068] Seilchen 11 ist aus mehreren Zwirnen (2TUE) gedreht.

[0069] Seilchen 12 ist aus mehreren Zwirnen (2TUE) geflochten.

[0070] Somit weisen Seilchen 11 und Seilchen 12 einen unterschiedlichen Aufbau auf.

[0071] Erneut können die im Seilchen 11 eingesetzten Kunststofffasern entweder den gleichen Werkstoff aufweisen wie die im Seilchen 12 eingesetzten Kunststofffasern, oder der Werkstoff der Kunststofffasern kann unterschiedlich sein. So können zum Beispiel die Kunststofffasern verwendet im Seilchen 11 durch PBO-Fasern gebildet sein und die Kunststofffasern verwendet im Seilchen 12 durch Aramid-Fasern gebildet sein.

- Figur 4 eine weitere Ausführungsvariante eines erfindungsgemäßen hochfesten Faserseils 13. Die äußerste Mantelschicht 14 ist durch zwei miteinander verflochtene 1TUE 15 und 16 gebildet, die in Form von Strängen 15 und

16 vorliegen. Die Stränge 15 und 16 sind jeweils aus mehreren nebeneinander im Wesentlichen parallel angeordneten 2TUE gebildet.

[0072] Die 2TUE der Stränge 15 sind miteinander mit einer Drehung X gedreht.

[0073] Die 2TUE der Stränge 16 sind miteinander verflochten.

[0074] Alternativ kann jeweils ein Teil der in den 1TUE 15 und 16 im Wesentlichen parallel nebeneinander vorliegenden 2TUE gedreht und ein anderer Teil der 2TUE geflochten vorliegen, wobei sich die jeweilige Anzahl an gedrehten und geflochtenen 2TUE oder auch das Ausmaß der Drehung oder der Flechtwinkel der 2TUE in einem Teil der 1TUE von einem andern Teil der 1TUE unterscheidet. Beispielsweise könnten in den 1TUE 15 im Wesentlichen parallel nebeneinander 3 geflochtene und 2 gedrehte 2TUE und in den 1TUE 16 im Wesentlichen parallel nebeneinander 2 geflochtene und 3 gedrehte 2TUE vorliegen.

[0075] Zusätzlich oder alternativ besteht die Möglichkeit, dass die 2TUE jeweils aus einer unterschiedlichen Anzahl an 3TUE gebildet sind.

- Figur 5 eine weitere Ausführungsvariante eines erfindungsgemäßen hochfesten Faserseils 17. Die äußerste Mantelschicht 18 unterscheidet sich gegenüber der äußersten Mantelschicht 14 des hochfesten Faserseils 13 dargestellt in Figur 4 dahingehend, dass die Klöppelfolge der 1TUE verschieden ist.

[0076] In den Figuren 1 bis 5 sind jeweils zwei Untereinheiten mit unterschiedlicher Konstruktion dargestellt. Daraus ergibt sich ein zweistufiger Ablauf des Verschleißes der äußersten Mantelschicht, der optisch feststellbar ist.

- Figur 6 eine weitere Ausführungsvariante eines erfindungsgemäßen hochfesten Faserseils 19. Das hochfeste Faserseil 19 unterscheidet sich zu dem hochfesten Faserseil 2 gezeigt in Figur 2 dahingehend, dass das hochfeste Faserseil 19 in seiner äußersten Mantelschicht 20 eine weitere 1TUE in Form eines Strangs 21 aufweist.

[0077] Strang 21 ist aus mehreren nebeneinander im Wesentlichen parallel angeordneten 2TUE gebildet, die untereinander verflochten sind.

[0078] Das Seil gemäß dieser Ausführungsform weist somit zwei Stränge 7 und 8 auf, deren 2TUE unterschiedlich stark gedreht sind, und einen weiteren Strang 21, dessen 2TUE miteinander verflochten sind. Daraus ergibt sich ein dreistufig ablaufender Verschleiß der äußersten Mantelschicht 20, der optisch feststellbar ist.

[0079] Die in dem Strang 21 verwendeten Kunststofffasern können denselben Werkstoff aufweisen, wie die Kunststofffasern in den Strängen 7 und 8, oder können aus einem unterschiedlichen Werkstoff sein.

- Figur 7 eine weitere Ausführungsvariante eines erfindungsgemäßen hochfesten Faserseils 22. Die äußerste Mantelschicht 23 ist durch vier miteinander verflochtene 1TUE gebildet. Die 1TUE sind durch Stränge 24, 25, 26 und 27 gebildet.

[0080] Stränge 24, 25, 26 und 27 weisen jeweils mehrere nebeneinander im Wesentlichen parallel angeordnete 2TUE auf. Die 2TUE sind jeweils durch Zwirne gebildet, die aus mehreren 3TUE bestehen. Die 3TUE sind durch Garne gebildet. Die Zwirne des Strangs 24 sind mit einer Drehung X gedreht, die Zwirne des Strangs 25 sind mit einem Flechtwinkel A verflochten, die Zwirne des Strangs 26 sind mit einer von X unterschiedlichen Drehung Y gedreht und die Zwirne des Strangs 27 sind mit einem von A unterschiedlichen Flechtwinkel B verflochten.

[0081] Es ergibt sich dabei ein vierstufiger Ablauf des Verschleißes des Mantels, der optisch feststellbar ist.

[0082] Es sei hier noch darauf hingewiesen, dass Ausführungen der Ausführungsvarianten gezeigt in den Figuren 1 bis 7 miteinander beliebig kombinierbar sind, wodurch weitere Ausführungsvarianten gebildet werden können.

[0083] Ferner sei hier noch darauf hingewiesen, dass die Ummantelung der in den Figuren 1 bis 7 beschriebenen Ausführungsvarianten des erfindungsgemäßen hochfesten Faserseils eine unterhalb der äußersten Mantelschicht angeordnete weitere Mantelschicht aufweisen können, die gemäß einer der beschriebenen äußersten Mantelschichten ausgebildet sein kann oder auch eine andere Anzahl an 1TUE und/oder gegebenenfalls 2TUE und/oder gegebenenfalls 3TUE mit unterschiedlicher textiler Konstruktion aufweisen kann.

[0084] Ferner sei darauf hingewiesen, dass sich die Kunststofffasern in den Mantelschichten hinsichtlich ihrer Dicke unterscheiden können und/oder dass sich die Mantelschichten hinsichtlich ihrer Dicke unterscheiden können.

Patentansprüche

1. Hochfestes Faserseil (1) für Hebezeuge wie Krane, mit einem Seilkern, der hochfeste Kunststofffasern oder -litzen umfasst, sowie einer den Seilkern umgebenden, optisch Verschleiß anzeigenden Ummantelung, wobei die Um-

5 mantelung zumindest eine Mantelschicht (2) aus zumindest zwei miteinander verflochtenen textilen Untereinheiten (3, 4) einer ersten Hierarchieebene aufweist und wobei gegebenenfalls ein Teil der textilen Untereinheiten (3, 4) der ersten Hierarchieebene zumindest zwei textile Untereinheiten einer zweiten Hierarchieebene aufweist, welche wiederum gegebenenfalls zumindest zwei textile Untereinheiten einer dritten Hierarchieebene aufweisen, **dadurch gekennzeichnet, dass**

10 a) eine äußerste Mantelschicht (2) vorgesehen ist, deren textile Untereinheiten (3, 4) der ersten Hierarchieebene und/oder, falls vorhanden, textile Untereinheiten der zweiten Hierarchieebene sich in ihrer textilen Konstruktion voneinander unterscheiden und daraus resultierend unterschiedliche Verschleißfestigkeiten aufweisen und/oder

15 b) eine äußerste Mantelschicht und eine unterhalb dieser angeordnete weitere Mantelschicht vorgesehen sind, und wobei sich die textilen Untereinheiten der ersten Hierarchieebene und/oder, falls vorhanden, die textilen Untereinheiten der zweiten Hierarchieebene der äußersten Mantelschicht von jener der weiteren Mantelschicht in ihrer textilen Konstruktion voneinander unterscheiden und daraus resultierend unterschiedliche Verschleißfestigkeiten aufweisen, wobei die textilen Untereinheiten einer untersten Hierarchieebene des Seiles weder in der äußersten Mantelschicht noch in der weiteren unterhalb der äußersten Mantelschicht angeordneten Mantelschicht in einer Harzmatrix dispergiert vorliegen.

20 2. Hochfestes Faserseil (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich die textilen Untereinheiten (3, 4) der ersten Hierarchieebene und/oder, falls vorhanden, der zweiten Hierarchieebene hinsichtlich ihrer textilen Konstruktion voneinander in zumindest einer der folgenden Eigenschaften unterscheiden:

- 25 - Art des Aufbaus;
- technische Parameter des Aufbaus, insbesondere Flecht- bzw. Schlagwinkel;
- falls vorhanden, Anzahl der textilen Untereinheiten der zweiten Hierarchieebene pro textiler Untereinheit (3, 4) der ersten Hierarchieebene;
- falls vorhanden, Anzahl der textilen Untereinheiten der dritten Hierarchieebene pro textiler Untereinheit der zweiten Hierarchieebene; und
- 30 - Vorliegen und/oder Art und/oder Menge einer Imprägnierung.

35 3. Hochfestes Faserseil (9) nach einem der Ansprüche 1 oder 2, wobei eine der zumindest zwei textilen Untereinheiten (12) der ersten Hierarchieebene geflochten ist und eine andere der zumindest zwei textilen Untereinheiten (11) der ersten Hierarchieebene gedreht ist.

40 4. Hochfestes Faserseil (1) nach einem der vorgehenden Ansprüche, wobei zumindest zwei textile Untereinheiten der ersten Hierarchieebene (3, 4) gedreht sind, wobei eine der zumindest zwei textilen Untereinheiten (3) der ersten Hierarchieebene stärker gedreht ist als eine andere der zumindest zwei gedrehten textilen Untereinheiten (4) der ersten Hierarchieebene.

45 5. Hochfestes Faserseil (13) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei zumindest ein Teil der textilen Untereinheiten (15, 16) der ersten Hierarchieebene aus einer Mehrzahl von im wesentlichen parallel nebeneinanderliegenden Untereinheiten einer zweiten Hierarchieebene gebildet ist, wobei zumindest eine der textilen Untereinheiten der zweiten Hierarchieebene geflochten ist und zumindest eine andere der textilen Untereinheiten der zweiten Hierarchieebene gedreht ist.

50 6. Hochfestes Faserseil (5) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei zumindest ein Teil der textilen Untereinheiten (7, 8) der ersten Hierarchieebene aus einer Mehrzahl von im wesentlichen parallel nebeneinanderliegenden Untereinheiten einer zweiten Hierarchieebene gebildet ist, wobei zumindest ein Teil der textilen Untereinheiten der zweiten Hierarchieebene gedreht ist und wobei zumindest ein Teil der gedrehten textilen Untereinheiten der zweiten Hierarchieebene stärker gedreht ist als ein anderer Teil der gedrehten textilen Untereinheiten der zweiten Hierarchieebene.

55 7. Hochfestes Faserseil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei bei Vorhandensein der weiteren Mantelschicht in der Ummantelung in der äußersten Mantelschicht Kunststofffasern vorgesehen sind, die sich hinsichtlich ihrer Feinheit und/oder Abrieb- und/oder Zugfestigkeit und/oder Biegewechselstandfestigkeiten und/oder ihres Werkstoffs zumindest von einem Teil der Kunststofffasern der weiteren Mantelschicht unterscheiden.

EP 3 392 404 A1

8. Hochfestes Faserseil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei bei Vorhandensein der weiteren Mantelschicht in der Ummantelung die Ummantelung Mantelschichten unterschiedlicher Schichtdicken und/oder von Schicht zu Schicht unterschiedlich dicke Kunststofffasern aufweist.

5 9. Hochfestes Faserseil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei textile Untereinheiten, die unterschiedliche Verschleißfestigkeiten aufweisen, in unterschiedlichen Farben eingefärbt sind.

10 10. Hochfestes Faserseil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Seilkern eine von der Ummantelung abweichende Farbe besitzt.

11. Hebezeug, insbesondere Kran wie Turmdrehkran, Teleskop-, Hafen- oder Schiffskran, mit einem hochfesten Faserseil (1), das gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche ausgebildet ist.

15 12. Hebezeug gemäß Anspruch 10, wobei das hochfeste Faserseil (1) ein Kranhubseil oder ein Kranauslegerabspannseil bildet.

20

25

30

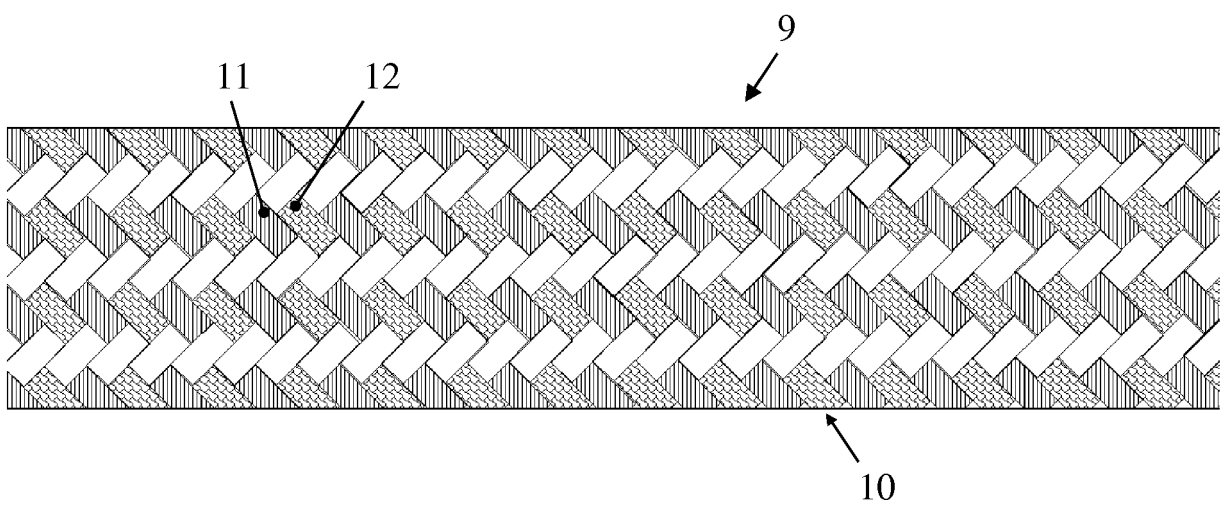
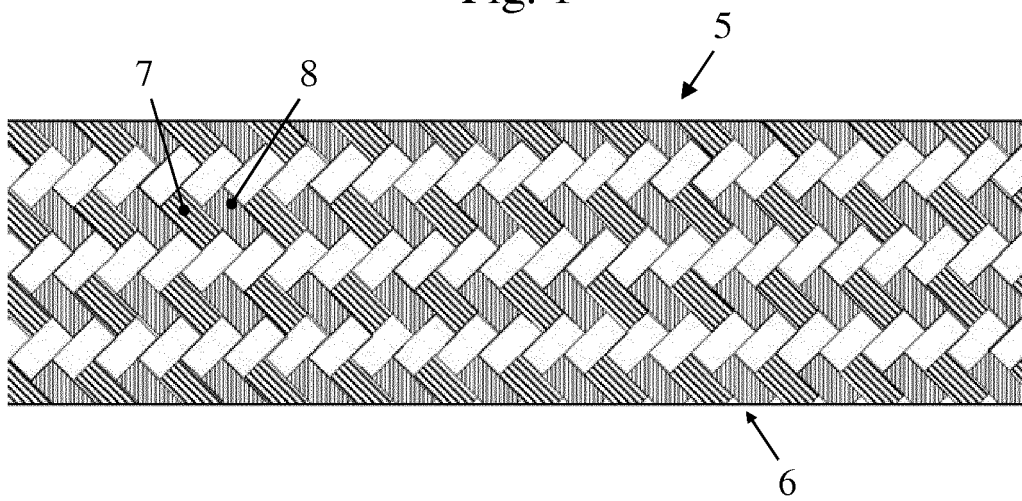
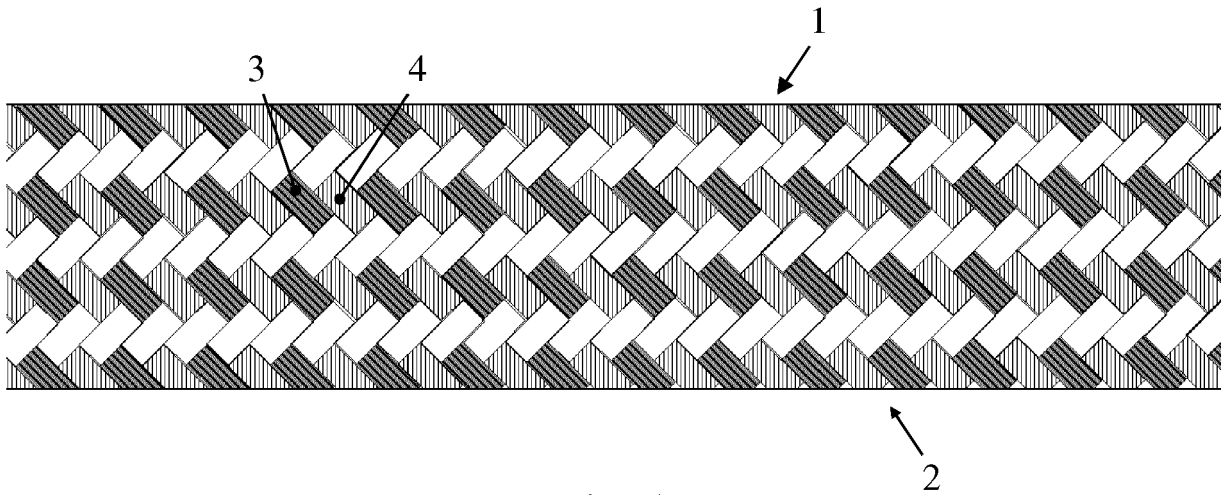
35

40

45

50

55



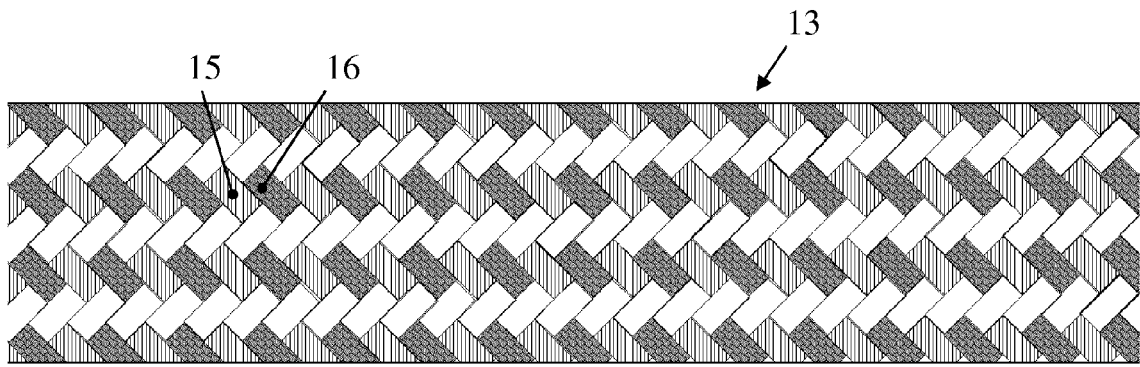


Fig. 4

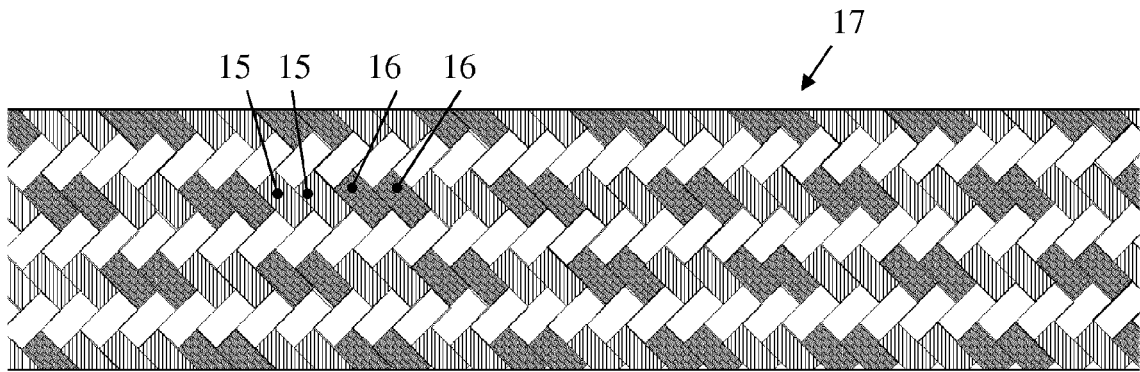


Fig. 5

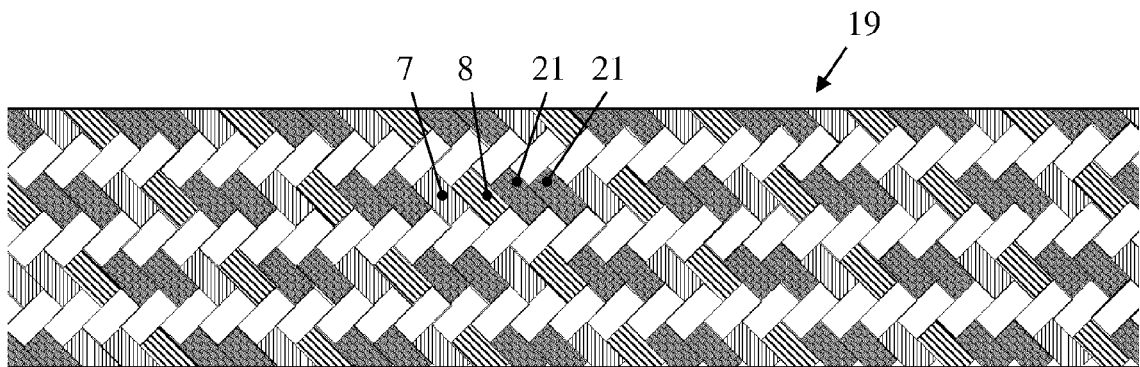
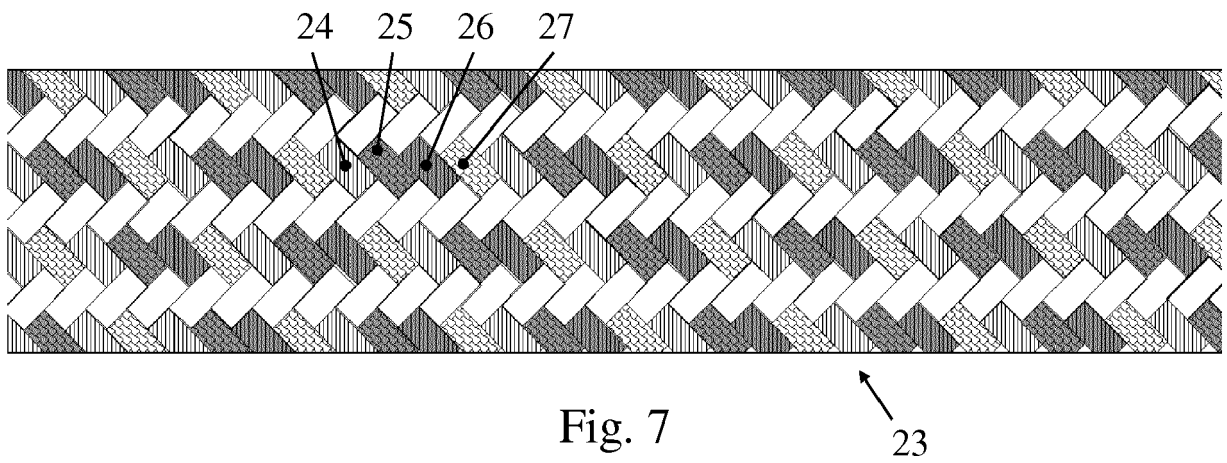


Fig. 6





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 18 16 8408

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	FR 2 410 077 A1 (SEINE & LYS [FR]) 22. Juni 1979 (1979-06-22) * Seite 1, Zeilen 4-6,25,26 * * Seite 2, Zeilen 7-11,24-35 * * Seite 3, Zeile 1 * * Ansprüche 1,6; Abbildung 2; Beispiele 1,2 *	1,2,4, 9-12	INV. D07B1/14 B66C15/00
X	US 2014/178615 A1 (BROADWAY DAVID ANDREW [US] ET AL) 26. Juni 2014 (2014-06-26)	1,3	
Y	* Absätze [0032], [0034], [0069], [0070]; Ansprüche 11,17-19; Abbildung 11C *	5	
X	DE 296 08 971 U1 (TEUFELBERGER GMBH [AT]) 22. August 1996 (1996-08-22) * Seite 5, Absatz 2; Anspruch 1; Abbildung 3 * * Seite 7, Absatz 2 * * Seite 9, letzter Absatz * * Seite 11, Absatz 2 *	1	
A	US 6 283 004 B1 (TSENG TONY [TW]) 4. September 2001 (2001-09-04) * das ganze Dokument *	1	
L	DE 10 2015 017157 A1 (TEUFELBERGER FIBER ROPE GMBH [AT]) 27. April 2017 (2017-04-27) * das ganze Dokument *	1,7,8, 10-12	
X	JP 2015 203169 A (TOKYO SEIKO SENI ROPE KK) 16. November 2015 (2015-11-16)	1,7,8	
Y	* Absätze [0011], [0014], [0019], [0021], [0026], [0023]; Ansprüche 1,3; Abbildungen 1,2 *	5	
	----- -/-		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 3. September 2018	Prüfer Uhlig, Robert
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	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
 EP 18 16 8408

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DE 40 35 814 A1 (TECHTEX BREMEN GMBH [DE]) 14. Mai 1992 (1992-05-14) * Spalte 2, Zeilen 31-36, 57-63; Abbildungen * * Spalte 3, Zeile 4 - Spalte 4, Zeile 20; Anspruch 1 * -----	1,6	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 3. September 2018	Prüfer Uhlig, Robert
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 Patentedokument, 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	

EPO FORM 1503 03/82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 18 16 8408

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente 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.

03-09-2018

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
FR 2410077 A1	22-06-1979	KEINE	
US 2014178615 A1	26-06-2014	US 2014178615 A1 WO 2014075085 A2	26-06-2014 15-05-2014
DE 29608971 U1	22-08-1996	AT 221937 T CA 2205711 A1 CN 1170794 A DE 29608971 U1 EP 0808943 A1 KR 100430985 B1 US 5934168 A	15-08-2002 20-11-1997 21-01-1998 22-08-1996 26-11-1997 07-09-2004 10-08-1999
US 6283004 B1	04-09-2001	KEINE	
DE 102015017157 A1	27-04-2017	KEINE	
JP 2015203169 A	16-11-2015	JP 5872614 B2 JP 2015203169 A	01-03-2016 16-11-2015
DE 4035814 A1	14-05-1992	KEINE	

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

- DE 202009014031 U1 [0005]
- EP 1930497 A [0006]
- EP 1930496 A [0006]
- DE 202013101326 U1 [0007]
- EP 0731209 A [0008]
- EP 2002051 A [0008]
- WO 2003054290 A1 [0009]
- WO 2012162556 A [0010] [0023]
- US 2003111298 A [0011]
- JP 2001192183 A [0011]
- WO 2004029343 A [0011]
- US 2005226584 A [0011]
- EP 1905892 A [0011]
- WO 2015139842 A [0011]
- EP 1530040 A [0011]
- US 200306225 B [0011]
- US 200306226 B [0011]
- JP H10318741 B [0011]
- DE 2222312 A [0011]
- US 6321520 B1 [0011]
- DE 2455273 B2 [0012]
- US 7127878 B1 [0013]