

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 50808/2014 (51) Int. Cl.: **D07B 1/02** (2006.01)  
(22) Anmeldetag: 05.11.2014 **D07B 1/16** (2006.01)  
(43) Veröffentlicht am: 15.05.2016

(56) Entgegenhaltungen:  
EP 0731209 A1  
US 2003226347 A1  
US 2006086415 A1  
DE 7438919 U

(71) Patentanmelder:  
Teufelberger Fiber Rope GmbH  
4600 Wels (AT)

(72) Erfinder:  
Kirth Rudolf Dipl.Ing.  
4840 Vöcklabruck (AT)  
Ernst Björn Dr. Ing.  
4020 Linz (AT)  
Rührnößl Erich Ing.  
4053 Haid (AT)  
Traxl Robert Ing.  
4802 Ebensee (AT)  
Baldinger Peter Dipl.Ing.  
4311 Schwertberg (AT)  
Kaiser Gunther Dipl.Ing. (FH)  
4600 Thalheim/Wels (AT)

(74) Vertreter:  
Schwarz & Partner Patentanwälte  
1010 Wien (AT)

(54) **Seil aus textilem Fasermaterial**

(57) Die Erfindung betrifft ein Seil (1) aus textilem Fasermaterial, welches durch die Kombination der Maßnahmen gekennzeichnet ist, dass

- a) das lasttragende Fasermaterial des Seiles (1) aus hochfesten Kunststofffasern besteht
- b) das Seil (1) in Form eines Spirallitzenseiles vorliegt
- c) das Seil (1) mindestens zwei, bevorzugt mindestens drei konzentrische lasttragende Litzenlagen (3,4,5) aufweist
- d) die einzelnen Litzen (7,8,9,10,11,12) der Litzenlagen (3,4,5) gegeneinander bewegbar sind
- e) der Füllungsgrad des Seiles (1) an textilem Fasermaterial  $\geq 75\%$ , bevorzugt  $\geq 85\%$  beträgt und
- e) die äußerste Schicht (5,6) des Seiles einen Reibungskoeffizient  $\mu$  gegenüber Stahl von  $\mu < 0,15$  aufweist.

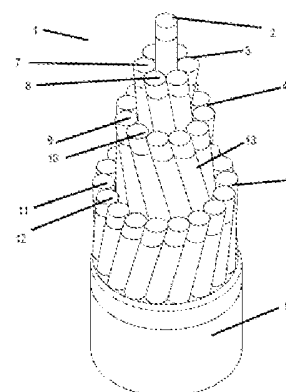


Fig. 2

Zusammenfassung:

Die Erfindung betrifft ein Seil (1) aus textilem Fasermaterial, welches durch die Kombination der Maßnahmen gekennzeichnet ist, dass

- a) das lasttragende Fasermaterial des Seiles (1) aus hochfesten Kunststofffasern besteht
- b) das Seil (1) in Form eines Spirallitzenseiles vorliegt
- c) das Seil (1) mindestens zwei, bevorzugt mindestens drei konzentrische lasttragende Litzenlagen (3,4,5) aufweist
- d) die einzelnen Litzen (7,8,9,10,11,12) der Litzenlagen (3,4,5) gegeneinander bewegbar sind
- e) der Füllungsgrad des Seiles (1) an textilem Fasermaterial  $\geq 75\%$ , bevorzugt  $\geq 85\%$  beträgt und
- e) die äußerste Schicht (5,6) des Seiles einen Reibungskoeffizient  $\mu$  gegenüber Stahl von  $\mu < 0,15$  aufweist.

(Figur 2)

### Seil aus textilem Fasermaterial

Die Erfindung betrifft ein Seil aus textilem Fasermaterial sowie dessen Verwendung.

Seile aus textilem Fasermaterial, zum Beispiel Kunstfaserseile, werden für zahlreiche Anwendungen eingesetzt. Besonders auf dem Gebiet der Fördertechnik sind hochfeste Faserseile den früher ausschließlich verwendeten bzw. verfügbaren Stahlseilen mittlerweile bereits aufgrund mehrerer Vorteile überlegen.

In der Aufzugstechnik, wo der Antrieb über Treibscheiben erfolgt, liegen die Vorteile des hochfesten Faserseiles darin, dass die Antriebe mit einem kleineren Verhältnis von Treibscheibendurchmesser zu Seildurchmesser als bei Stahlseilen arbeiten können, da die Faserseile dies anders als Stahlseile ohne große Nachteile, wie zum Beispiel Lebensdauerverlust, zulassen. Hieraus resultiert die Möglichkeit, kleinere Baugrößen der Treibscheibenantriebe einzusetzen, was zu Platz- und Kostenersparnis führt.

Außerdem besitzt ein hochfestes Faserseil je nach Faserwerkstoff gegenüber einem Stahlseil ein 4-6fach leichteres Gewicht, was sich insbesondere bei großen Aufzugshöhen günstig auswirkt. Durch geeignete Maßnahmen können zudem bei hochfesten Faserseilen um ein Vielfaches höhere zulässige Biegewechselzahlen erreicht werden, woraus eine längere Einsatzzeit, also Lebensdauer, des Seiles im Vergleich zu Stahlseilen resultiert.

Für die Aufzugstechnik wurde die Entwicklung dieser Seile speziell auf einen optimalen Treibscheibenantrieb mit möglichst hohem Reibungskoeffizienten zwischen Treibscheibe und Hubseil ausgerichtet. Die bekannten Aufzugfaserseile sind in unterschiedlichsten Konstruktionen ausgeführt, wobei sie meist eine Ummantelung der Litzen und eine Kunststoffummantelung des kompletten Seiles aufweisen. Die Ummantelung ist in ihrer Festigkeit so ausgelegt, dass diese den Belastungen beim Lauf über Seilrollen und insbesondere Treibscheiben dauerhaft Stand hält.

Derartige hochfeste Faserseile für den Einsatz bei Treibscheiben-Aufzugsantrieben sind beispielsweise aus der EP 0 672 781 B und der EP 0 934 440 B bekannt.

Bei Hubanwendungen in der Hebeteknik, zum Beispiel Turmdrehkrane, Mobilkrane, Raupenkrane etc., kommen keine Treibscheibenantriebe sondern Trommelantriebe mit mehrlagig bewickelten Seiltrommeln zum Einsatz. Die Trommelantriebe verfügen gegenüber den Treibscheibenantrieben über den Zusatznutzen, die nicht benötigte Seillänge

kontrolliert und geordnet speichern zu können. Dies ist beim Treibscheibenantrieb nicht der Fall, da in der Aufzugstechnik die komplette Seillänge zwischen Fahrkorb und Gegengewicht genutzt wird und somit keine Speicherfunktion nötig ist. Trommelantriebe in der Hebetchnik verfügen zudem über ein signifikant höheres Hubpotential als Treibscheibenantriebe.

Für den Betrieb auf einem mehrlagig bewickelten Trommelantrieb ist eine kontrolliert aufgebaute, störungsfreie und stabile Trommelbewicklung („Wickelpyramide“) über sämtliche Seillagen von grundlegender Bedeutung. Unter störungsfreier Trommelbewicklung wird eine Bewicklung ohne Lücken („Sperrung“) zwischen benachbarten Seilwindungen derselben Wickellage („Wickelsprung“), ohne Einschneiden des Seiles in die darunter liegenden Wickellagen und ohne Aufsteigen des Seiles am Flansch außerhalb der dafür vorgesehenen Steigungszonen verstanden. Unter stabiler Trommelbewicklung wird eine geringe Verformung des Wickelpakets unter Last während der Dauer des Betriebs verstanden.

Für eine Mehrlagenwicklung auf Trommeln sind Seile der für den Treibscheibenantrieb bekannten Machart und Ausführung jedoch nicht geeignet, da durch die Wicklung in kurzer Zeit ein Seilschaden auftritt. Dabei kommt es in der Mehrlagenwicklung zu starken Querschnittsverformungen des auf der Trommel abgelegten Seiles, wenn es durch darüber unter Last abgelegte Lagen zusätzlich zur Längsbelastung auch radial belastet wird. Diese Querschnittsverformungen führen zu einem signifikant erhöhten Materialverschleiß und zu Störungen im Wickelbild, da sich die oberen Seillagen nicht geordnet auf den unter Radiallast deformierten unteren Seillagen abstützen können.

Außerdem wirkt sich bei Faserseilen der für Treibscheibenantriebe notwendige hohe Reibungskoeffizient der Seiloberfläche in der Mehrlagenwicklung zusätzlich negativ aus, da in der Mehrlagenwicklung Seil über Seil gewickelt wird und bei Änderungen der Seilzugkraft, d.h. beim Aufnehmen oder Absetzen von Last, Seil auf Seil gleitet. Durch die hohe Reibung und die Belastung durch Mehrlagenwicklung bricht und löst sich die Ummantelung des Seiles sehr schnell und das Seil muss abgelegt werden.

Die EP 0 995 832 B schlägt zur Verwendung für Antriebscheiben und Seiltrommeln ein Seil aus Aramidfasern vor, das aus mindestens zwei Litzenlagen besteht, die zum Spiralseil verdreht sind, wobei die einzelnen Litzenlagen voneinander durch eine Zwischenschicht getrennt sind und die äußere Litzenlage mit der an sie angrenzenden inneren Litzenlage in

entgegengesetzter Schlagrichtung verseilt ist. Das Schlaglängenverhältnis der Gegenschlagverseilung beträgt 1,5 bis 1,8.

Gemäß EP 1 010 803 B werden die verschiedenen Litzenlagen eines Kunstfaserseils so aufeinander abgestimmt, dass sich ihre zueinander entgegengesetzt gerichteten Drehmomente gegenseitig aufheben.

Aus der EP 1 930 497 B ist ein Kunstfaserseil bekannt, das mit einem zweischichtigen, verschiedenfarbigen Seilmantel ausgestattet ist, so dass der Verschleißgrad des Seiles optisch überprüft werden kann.

Die EP 1 004 700 B beschreibt ein Kunstfaserseil mit mehreren Litzenlagen, wobei die Litzen der äußersten Lage mit einer Beschichtung zum Schutz gegen Abrieb und schädigende Umwelteinflüsse umgeben ist.

In der US 4,022,010 wird ein hochfestes Kunstfaserseil beschrieben, das aus mindestens einer Kernkomponente aus elastischem Kunststoffmaterial sowie den Kern umhüllenden verdrehten hochfesten Kunststofffasern besteht, wobei der Kern vorverstreckt ist und Kern und Fasern mit einem abriebfesten Kunststoffmaterial imprägniert sind.

Die EP 0 252 830 B1 beschreibt ein Kunstfaserseil, welches eine zentrale radial-elastische Seele besitzt. Das Seil ist durchgehend bis ins Innere der Garne mit einem Bindemittel imprägniert.

Weiterer Stand der Technik ist aus den Dokumenten DE 202011001846 U1, DE 202001001845 U1, DE 20 2010006145 U1, WO 2009/026730 A1, DE 202010005730 U1, EP 0 731 209 A1, EP 1 930 496 A2, GB 2 152 088 A, DE 2 853 661 C2, EP 1 111 125 A1, EP 1 461 490 A1, EP 1 657 210 A1, EP 1 930 497 A1, EP 1 371 597 A1, EP 0 117 122 A1, WO 2012/146380 A2 und US 4,095,404 A bekannt.

Die Erfindung stellt sich die Aufgabe, ein Seil aus textilem Fasermaterial für Hebeanwendungen bereitzustellen, das mit Trommelantrieben eingesetzt werden kann und die vorgenannten Nachteile des Standes der Technik überwindet. Insbesondere soll das Seil eine mit Stahlseilen vergleichbare Lebensdauer und Tragfähigkeit aufweisen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Seil aus textilem Fasermaterial mit den im Patentanspruch 1 angegebenen Merkmalen gelöst. Bevorzugte Ausführungsformen sind in den Unteransprüchen angeführt.

#### KURZE BESCHREIBUNG DER FIGUREN

Figur 1 zeigt einen Querschnitt einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Seils.

Figur 2 zeigt eine perspektivische Ansicht einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Seiles.

Figur 3 zeigt eine perspektivische Ansicht einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Seiles.

Figur 4 zeigt schematisch eine Apparatur zur Bestimmung des Reibungskoeffizienten.

#### DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

Es wurde gefunden, dass zur Lösung der eingangs beschriebenen Probleme bei Seilanwendungen mit Trommelantrieb ein Seil aus textilem Fasermaterial mit der in Anspruch 1 beschriebenen Merkmalskombination hervorragend geeignet ist.

Der Begriff „Seil aus textilem Fasermaterial“ bedeutet dabei, dass die wesentlichen Bestandteile des Seiles, insbesondere seine tragenden Elemente aus textilem Fasermaterial, wie z.B. Litzen aus Kunstfasern, bestehen. Das erfindungsgemäße Seil kann auch Bestandteile aus anderen Materialien aufweisen, wie z.B. einen Kern aus nichttextilem Material, einen Mantel aus nichttextilem Material, das Seil oder Seilbestandteile imprägnierende Materialien oder auch einzelne nicht-textile Litzen mit spezieller Funktion, z.B. zur Übertragung elektrischer Signale.

Bevorzugt besteht das gesamte Seil, sowohl was tragende als auch nicht-tragende Bestandteile betrifft, aus textilem Fasermaterial.

Das erfindungsgemäße Seil ist durch die Kombination der folgenden Maßnahmen gekennzeichnet:

- a) das lasttragende Fasermaterial des Seiles besteht aus hochfesten Kunststofffasern
- b) das Seil liegt in Form eines Spirallitzenseiles vor

- c) das Seil weist mindestens zwei, bevorzugt mindestens drei konzentrische lasttragende Litzenlagen auf
- d) die einzelnen Litzen der Litzenlagen sind gegeneinander bewegbar
- e) der Füllungsgrad des Seiles an Fasermaterial beträgt  $\geq 75\%$ , bevorzugt  $\geq 85\%$
- f) die äußerste Schicht des Seiles weist einen Reibungskoeffizient  $\mu$  gegenüber Stahl von  $\mu < 0,15$  auf.

Es hat sich gezeigt, dass Seile mit dieser Kombination an Maßnahmen eine sehr gute Beständigkeit gegenüber den Anforderungen insbesondere in Anwendungen mit Trommelantrieb aufweisen.

Das hier beschriebene hochfeste Faserseil verfügt über optimale Voraussetzungen für eine mehrlagige Bewicklung von Trommeln in Seiltrieben, insbesondere für Anwendungen, in denen bisher Stahlseile verwendet wurden. Zudem erfüllt das erfindungsgemäße Seil neben den optimalen Voraussetzungen für die mehrlagige Bewicklung von Trommeln sämtliche Anforderungen an hohe Biegewechselfestigkeit und hohe Bruchkraft.

Vergleichstests mit handelsüblichen Stahlseilen unter identen Bedingungen (wie z.B. auf dem Prüfstand nach Veröffentlichungs-Nr.: WO 2012/146 380) haben gezeigt, dass das erfindungsgemäße Seil im Vergleich zum Stahlseil und anderen üblichen Faserseilen über eine signifikant höhere Seillebensdauer verfügt.

Zu den einzelnen Maßnahmen:

Maßnahme a)

Das lasttragende Fasermaterial des erfindungsgemäßen Seiles besteht aus hochfesten Kunststofffasern. Als „hochfest“ werden für die Zwecke der vorliegenden Erfindung Fasern mit einer Zugfestigkeit von mindestens 14 cN/dtex, bevorzugt einer Zugfestigkeit größer 24 cN/dtex, besonders bevorzugt größer 30 cN/dtex, verstanden. Als hochfeste Fasertypen mit entsprechenden Zugfestigkeiten sind z.B. UHMWPE-Fasern (Dyneema®), Aramidfasern, LCP-Fasern und PBO-Fasern bekannt. Bevorzugt besteht das gesamte lasttragende Fasermaterial des Seiles aus UHMWPE-Fasern.

Unter „lasttragendem Fasermaterial“ ist jener Teil des Fasermaterials des Seiles zu verstehen, der zur Aufnahme der bei der Anwendung des Seiles auftretenden Zugkräfte beiträgt.

## Maßnahmen b) und c)

Das erfindungsgemäße Seil liegt in Form eines Spirallitzenseiles vor. Dabei wird zunächst das textile Fasermaterial zu einer Litze gelegt, gedreht oder verflochten. Mehrere dieser Litzen werden in mehreren Lagen miteinander zu einem Seil verdreht. Die Litzenlagen können im Verhältnis zueinander aus unterschiedlichen Fasermaterialien bestehen, unterschiedliche Durchmesser, unterschiedliche Litzenanzahlen, unterschiedliche Schlagrichtungen sowie unterschiedliche Schlagwinkel aufweisen. Auch innerhalb der einzelnen Litzenlagen können unterschiedliche Fasermaterialien und Litzen mit unterschiedlichem Durchmesser vorgesehen sein.

Insbesondere weist das erfindungsgemäße Seil mindestens zwei, bevorzugt mindestens drei konzentrische lasttragende Litzenlagen auf. Bevorzugt weist dabei die jeweils äußerste Litzenlage die zur Schlagrichtung der innenliegenden Litzenlagen entgegengesetzte Schlagrichtung auf.

Unter „lasttragende Litzenlagen“ ist zu verstehen, dass die Litzenlagen in ihrer Gesamtheit zur Aufnahme der bei der Anwendung des Seiles auftretenden Zugkräfte beitragen. Selbstverständlich kann eine Litzenlage Litzen enthalten, die für sich allein besehen nicht lasttragend ausgestaltet sind. Ebenso kann eine Litze, selbst wenn sie lasttragend wirkt, teilweise Materialien enthalten, die nicht lasttragend wirken.

## Maßnahme d)

Die einzelnen Litzen der Litzenlagen sind gegeneinander bewegbar. Aus dem Stand der Technik für Seile in Treibscheibenanwendungen ist bekannt (z.B. EP 0 995 832), die Räume zwischen den Litzen und Litzenlagen mit einem elastisch verformbaren Zwischenmaterial aufzufüllen. Dadurch sind die einzelnen Litzen bzw. Litzenlagen gegeneinander nicht bewegbar. Es wurde gefunden, dass diese Anordnung insbesondere für Anwendungen mit Trommelantrieb nachteilig ist und eine gegenseitige Bewegbarkeit der Litzen bzw. Litzenlagen gegeneinander die Beständigkeit des Seiles erhöht.

## Maßnahme e)

Der Füllungsgrad des Seiles an textilem Fasermaterial beträgt  $\geq 75\%$ , bevorzugt  $\geq 85\%$ . Es hat sich gezeigt, dass ein hoher Füllungsgrad des Seiles an Fasermaterial, das heißt eine sehr

dichte Anordnung des Fasermaterials, sowohl hinsichtlich der Lösung der oben beschriebenen Probleme in der Anwendung als auch hinsichtlich der Lebensdauer des Seiles an sich wichtig ist.

Der Füllungsgrad des Seiles an textilem Fasermaterial wird mit der nachfolgend im Detail beschriebenen Messmethode ermittelt. Er umfasst sämtliche lasttragende als auch nicht lasttragende textile Elemente des Seiles, so z.B. auch einen Kern aus textilem Fasermaterial oder einen Mantel aus textilem Fasermaterial.

Herkömmliche Faserseile weisen einen Füllungsgrad an textilem Fasermaterial von bis zu 60% auf. Insbesondere durch die hier beschriebene Konstruktion des Seiles als Spirallitzeil und weitere, im Folgenden beschriebene Maßnahmen, können beim erfindungsgemäßen Seil sehr hohe Füllungsgrade von 75% und mehr bzw. sogar 85% und mehr erreicht werden.

Das erfindungsgemäße Seil weist zudem einen geringen Anteil an nicht-textilen Binde- und Imprägniermitteln auf. Dieser Anteil liegt bei 10 Gew.% oder weniger, bevorzugt 5 Gew.% oder weniger, jeweils bezogen auf die Gesamtmasse des Seiles.

Maßnahme f)

Die äußerste Schicht des erfindungsgemäßen Seiles weist einen Reibungskoeffizient  $\mu$  gegenüber Stahl von  $\mu < 0,15$  auf.

Bei Seilen für Anwendungen mit Treibscheibenantrieb ist bekannt, dass die äußerste Schicht des Seiles (insbesondere ein Mantel) einen hohen Reibungskoeffizienten aufweist, um den entsprechenden Kraftschluss mit dem Antriebsrad zu ermöglichen.

Erfindungsgemäß hat sich gezeigt, dass für Anwendungen insbesondere mit Trommelantrieb ein geringer Reibungskoeffizient der äußersten Schicht des Seiles gegenüber Stahl günstig ist. Als äußerste Schicht des Seiles ist ein das Seil umgebender Mantel oder, wenn kein Mantel vorgesehen ist, die äußerste Litzenlage anzusehen.

Der Reibungskoeffizient der äußersten Schicht gegenüber Stahl wird gemäß der unten angegebenen Messmethode ermittelt.

In einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist das Seil von einem Mantel umgeben, wobei wie oben erläutert der das Seil umgebende Mantel einen Reibungskoeffizient  $\mu$  gegenüber Stahl von  $\mu < 0,15$  aufweist.

Das erfindungsgemäße Spirallitenseil wird durch den Mantel vor externen Einflüssen wie Abrasion, Eindringen von Partikeln, Ultraviolettstrahlung etc. geschützt.

Dieser Mantel kann aus textilem Fasermaterial, aber auch anderen Materialien bestehen und gewickelt, gelegt, geflochten oder extrudiert sein. Der niedrige Reibungskoeffizient des Mantels sorgt für sehr gute Gleiteigenschaften in der Mehrlagenwicklung.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Seiles sind die Litzenlagen so aufeinander abgestimmt, dass das Seil unter Last im Wesentlichen drehungsfrei ist.

Gemäß Feyrer, Drahtseile. Bemessung, Betrieb, Sicherheit. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 2000, S. 115, gilt ein Seil als drehungsfrei, wenn während der Zugbelastung von  $S/d^2 = 0 \text{ N/mm}^2$  bis  $S/d^2 = 150 \text{ N/mm}^2$  der Verdrehwinkel je Seillänge kleiner bleibt als  $\leq \pm 360^\circ/1000d$ .

Die Stabilität des Seiles gegenüber einem Verdrehen im Betrieb ist wichtig. Auf Grund der Helixform der Litzen im Seil, die aus dem Schlagprozess herrührt, entwickelt jede Litzenlage unter Zugbelastung ein Drehmoment. Gemäß der bevorzugten Ausführungsform sind die Litzenlagen des erfindungsgemäßen Seiles in Durchmessern, Querschnittanteilen und Schlagwinkeln so aufeinander abgestimmt, dass sich die Litzendrehmomente unter Last gegenseitig aufheben und das Spirallitenseil auf diese Weise drehmomentenfrei wird.

Eine weitere bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Seiles ist dadurch gekennzeichnet, dass das Verhältnis der Schlaglänge einer der Litzenlagen zur Schlaglänge der in Richtung Seilmitte benachbarten Litzenlage weniger als 1,5, bevorzugt 0,7 bis 1,0, besonders bevorzugt 0,8 bis 0,9 beträgt.

Aus dem Stand der Technik von Faserseilen für Anwendungen mit Treibscheibenantrieb ist bekannt (z.B. EP 0 995 832), die Schlaglänge einer Litzenlage jeweils deutlich größer, insbesondere in einem Verhältnis von 1,5 oder mehr, zur Schlaglänge der darunterliegenden Litzenlage vorzusehen.

Demgegenüber wurde erfindungsgemäß gefunden, dass es vorteilhaft ist, wenn das Verhältnis der Schlaglänge zumindest einer der Litzenlagen zur Schlaglänge der in Richtung Seilmittte benachbarten Litzenlage weniger als 1,5, bevorzugt 0,7 bis 1,0, besonders bevorzugt 0,8 bis 0,9 beträgt. Dies gilt insbesondere für das Verhältnis der Schlaglänge der äußersten Litzenlage zur benachbarten inneren Litzenlage. Besonders bevorzugt ist ein Aufbau des Seiles mit drei Litzenlagen, bei denen das Verhältnis der Schlaglänge der äußersten Litzenlage zur mittleren Litzenlage 1,0 oder weniger beträgt. In dieser Ausführungsform kann das Verhältnis der Schlaglänge der mittleren Litzenlage zur innersten Litzenlage 1,0 bis 2,0 betragen.

Wie oben dargestellt, weist das erfindungsgemäße Seil einen hohen Füllungsgrad an textilem Fasermaterial auf. Der hohe Füllungsgrad kann durch die beschriebene Konstruktion des Seiles als Spirallitzenseil sowie zusätzlich durch eine oder mehrere der folgenden Maßnahmen erreicht werden:

Das Fasermaterial des Seiles kann kompaktiert sein, und zwar beispielsweise durch Walzen, Rollen, Hämmern.

Das Fasermaterial des Seiles kann bevorzugt um mehr als 15% seiner Bruchkraft, besonders bevorzugt um 35% bis 55% seiner Bruchkraft, verstreckt sein.

Das Fasermaterial des Seiles kann einer Wärmebehandlung ausgesetzt werden, bei der das Fasermaterial für eine definierte Zeitdauer auf eine definierte Temperatur erwärmt und abschließend definiert abgekühlt wird. Dieser Vorgang kann auch mehrmals durchgeführt werden.

In allen drei beschriebenen Varianten (die einzeln oder in Kombination zur Anwendung kommen können) können die beschriebenen Maßnahmen jeweils am gesamten fertigen Seil (mit oder ohne Mantel), an den einzelnen Litzen des Seiles und/oder auch an den die Litzen aufbauenden Materialien, wie Garne bzw. Zwirne erfolgen.

Durch die beschriebenen Maßnahmen werden später im Betrieb auftretende Setzungseffekte vorweggenommen und insbesondere der Füllungsgrad signifikant erhöht, da sich die Fasern optimal aneinander anlegen und beim Verseilen unvermeidlich entstehende Hohlräume eliminiert werden.

Weiterhin wird die tatsächliche Bruchkraft signifikant erhöht, da Längen- und Traglastunterschiede zwischen einzelnen Litzen und Fasern homogenisiert werden.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung sind die lasttragenden Litzen des Seiles jeweils einzeln mit einer Umhüllung versehen. Die die Litze aufbauenden Garne können ebenfalls einzeln oder gruppenweise mit einer umhüllenden Schicht umgeben sein. Diese litzenumhüllende Schicht kann beispielsweise einer Wicklung, einem Geflecht, einem Gelege oder einer extrudierten Schicht bestehen und schützt die Litzen vor der Beanspruchung im Betrieb des Seiles.

Weiters können durch gezielte Zugabe von Hilfsstoffen auf beispielsweise Bitumenbasis und/oder Silikonbasis bei der Herstellung des hochfesten Faserseiles die Reibungsbeiwerte zwischen Fasern und Litzen sowie Spirallitzenseil und Schutzmantel gezielt eingestellt und die Stabilität gegenüber der Beanspruchung im Betrieb des Seiles weiter erhöht werden.

Ein weiterer Aspekt der vorliegenden Erfindung betrifft die Verwendung des erfindungsgemäßen Seiles als Lastseil für Anwendungen mit Trommelantrieb. Insbesondere eignet sich das erfindungsgemäße Seil hervorragend als Hubseil, Verstellseil oder Zugseil.

Das erfindungsgemäße Seil kann einen Durchmesser von 6 mm bis 200 mm und mehr aufweisen.

Bevorzugte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung werden im Folgenden anhand der Figuren erläutert.

### **Messmethoden**

#### **FÜLLUNGSGRAD**

Vor der Bestimmung des Füllungsgrades sind zu bestimmen:

- der tatsächliche Seildurchmesser  $d$
- das tatsächliche Seilgewicht  $m$  an textilem Fasermaterial

#### **Seildurchmesser**

Die Bestimmung des Seildurchmessers  $d$  erfolgt im spannungslosen Zustand an drei jeweils 100 mm voneinander entfernten Durchmessererebenen in jeweils zwei aufeinander senkrecht

(90°) stehenden Richtungen. Wenn der Seilquerschnitt nicht kreisförmig ist, sind der maximale und minimale Durchmesser in jedem Abschnitt zu bestimmen. Der Seilquerschnitt darf bei der Messung keiner Verformung ausgesetzt werden.

Der Seildurchmesser  $d$  ist als arithmetisches Mittel aus den sechs Messwerten auf mindestens 0,01 mm genau zu bestimmen und zu verwenden.

### Seilgewicht $m$

Die Bestimmung des Seilgewichtes  $m$  ist nach ISO 2307:2010, 9.8 „Feinheit /lineare Masse“ durchzuführen und zu verwenden.

Für die Bezugsspannung (ISO 2307:2010 Anhang A) ist stets der nächstgrößere Nenndurchmesser der Tabelle zu verwenden.

Die Konditionierung nach ISO 2307:2010, 8 muss erfüllt sein.

Eventuell vorhandene nicht-textile Bestandteile sind zu entfernen.

### Dichte $\rho$

Die Dichte  $\rho$  des textilen Seilmateriales wird für die Zwecke der vorliegenden Erfindung mit 1,4 g/cm<sup>3</sup> festgelegt.

Der Füllungsgrad ist zu bestimmen wie folgt:

$$f = \left\{ m / [(\pi * d^2/4) * 1,4\text{g/cm}^3] \right\} * 100$$

- mit
- $f =$  Füllungsgrad in %
  - $m =$  spezifisches Seilgewicht der textilen Bestandteile in g/m bestimmt nach ISO 2307:2010, 9.8
  - $d =$  Seildurchmesser in mm

### REIBUNGSKOEFFIZIENT

Messeinrichtung:

Das Seil wird über eine stehende Metallscheibe mit ebener Oberfläche (keine Rillung) gezogen. Durch die Reibung des zu prüfenden Seiles wird die Scheibe mehr oder weniger stark mitgenommen. Die Scheibe ist fixiert, eine Wägezelle misst die Kraft, welche durch

die Mitnahme durch das zu prüfende Seil verursacht wird. Die Messeinrichtung ist in Abb. 4 schematisch dargestellt.

Die Oberfläche der Scheibe muss eben ausgeführt sein (keine Rillung) und darf eine maximale mittlere Oberflächenrauheit von  $R_A \leq 0,2 \mu\text{m}$  aufweisen.

### Messverfahren

Vor jeder Prüfung ist die Scheibenoberfläche mit Alkohol zu reinigen.

Das Seil wird auf der Zugseite eingespannt.

Das Seil wird mit konstanter Last  $M$  auf der Lastseite belastet.

Das Seil muss mittig auf der Scheibe aufliegen.

Die Messeinrichtung wird auf 0 tariert.

Das Seil wird mit konstanter Geschwindigkeit  $v = 0,05 \text{ m/s}$  auf der Zugseite abgezogen.

Die sich während des Zugvorganges einstellende konstante Zugbelastung  $S_2$  ist mit einer Genauigkeit von  $\pm 3\%$  zu messen.

### Reibungskoeffizient

Der Reibungskoeffizient ist zu bestimmen wie folgt:

$$\mu = [\ln ( S_2 / S_1 )] * ( 1 / \alpha )$$

- mit
- $\mu$  = Reibungskoeffizient
  - $\ln$  = natürlicher Logarithmus mit Basis  $e$
  - $S_2$  = Seilzugkraft auf Zugseite
  - $S_1$  = Seilzugkraft auf Gewichtsseite
  - $\alpha$  = Umschlingungswinkel des Seiles auf der Scheibe im Bogenmaß

### DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER FIGUREN

Figur 1 zeigt einen Querschnitt einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Seiles 1. Figur 2 zeigt eine perspektivische Ansicht des Seiles 1.

Das Seil 1 enthält einen Kern 2 aus bevorzugt textilem Fasermaterial. Um den Kern 2 sind drei konzentrische Litzenlagen 3, 4 und 5 vorgesehen, die jeweils aus mehreren Litzen bestehen und in Form eines Spirallitzenseiles miteinander verseilt sind.

In der gezeigten Ausführungsform besteht die innerste Litzenlage 3 aus 5 Litzen, von denen in der Figur zwei Litzen mit den Bezugsziffern 7 und 8 bezeichnet sind. Die mittlere Litzenlage 4 besteht aus 12 Litzen, von denen in den Figuren zwei Litzen mit den Bezugsziffern 9 und 10 bezeichnet sind. Die äußerste Litzenlage 5 besteht aus 19 Litzen, von denen in den Figuren zwei Litzen mit den Bezugsziffern 11 und 12 bezeichnet sind.

Das Fasermaterial der Litzen besteht im Wesentlichen aus hochfesten Kunststofffasern, wie z.B. UHMWPE-Fasern, Aramidfasern, LCP-Fasern oder PBO-Fasern.

Um die äußerste Litzenlage 5 ist in der dargestellten Ausführungsform ein Mantel 6 vorgesehen. Es kann aber auch die äußerste Litzenlage 5 die äußerste Schicht des Seiles darstellen. Der Mantel 6 weist einen Reibungskoeffizienten  $\mu$  gegenüber Stahl von  $\mu < 0,15$  auf und ist aus bevorzugt textilem Fasermaterial, z.B. UHMWPE hergestellt. Ist kein Mantel 6 vorgesehen, so weist das Fasermaterial der äußersten Litzenlage 5 einen entsprechend geringen Reibungskoeffizienten  $\mu$  auf.

In der dargestellten Ausführungsform sind sämtliche Litzen 7, 8, 9, 10, 11, 12 sowie auch der Kern 2 mit einer Umhüllung versehen, die in den Figuren 2 und 3 für eine Litze mit der Bezugsziffer 13 angedeutet ist.

Die Litzenlagen 3, 4 und 5 sind gegeneinander sowie auch gegenüber dem Kern 2 und dem Mantel 6 bewegbar. Ebenso sind die einzelnen Litzen 7, 8, 9, 10, 11, 12 gegeneinander bewegbar.

Wie insbesondere aus Figur 2 ersichtlich, sind insbesondere die äußerste Litzenlage 5 und die mittlere Litzenlage 4 miteinander in entgegengesetzter Schlagrichtung verseilt.

Der Füllungsgrad des Seiles an textilem Fasermaterial beträgt 85% (aus den schematischen Darstellungen der Figuren nicht ersichtlich).

Das Verhältnis der Schlaglängen der einzelnen Litzenlagen zueinander ist in den Figuren nicht dargestellt, beträgt aber insbesondere im Falle der äußersten Litzenlage (5) zur mittleren Litzenlage (4) bevorzugt 1,0 oder weniger.

Figur 3 zeigt die perspektivische Ansicht eines Seiles 1 mit bei ansonst analogem Aufbau zum in den Figuren 1 und 2 dargestellten Seil 1 lediglich zwei Litzenlagen 3 und 4.

Ansprüche:

1. Seil (1) aus textilem Fasermaterial, gekennzeichnet durch die Kombination der Maßnahmen, dass
  - a) das lasttragende Fasermaterial des Seiles (1) aus hochfesten Kunststofffasern besteht
  - b) das Seil (1) in Form eines Spirallitzenseiles vorliegt
  - c) das Seil (1) mindestens zwei, bevorzugt mindestens drei konzentrische lasttragende Litzenlagen (3,4,5) aufweist
  - d) die einzelnen Litzen (7,8,9,10,11,12) der Litzenlagen (3,4,5) gegeneinander bewegbar sind
  - e) der Füllungsgrad des Seiles (1) an textilem Fasermaterial  $\geq 75\%$ , bevorzugt  $\geq 85\%$  beträgt
  - e) die äußerste Schicht (5,6) des Seiles einen Reibungskoeffizient  $\mu$  gegenüber Stahl von  $\mu < 0,15$  aufweist.
2. Seil (1) gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Seil (1) von einem Mantel (6) umgeben ist, wobei der Mantel (6) einen Reibungskoeffizient  $\mu$  gegenüber Stahl von  $\mu < 0,15$  aufweist.
3. Seil (1) gemäß Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Litzenlagen (3,4,5) so aufeinander abgestimmt sind, dass das Seil (1) unter Last im wesentlichen drehungsfrei ist.
4. Seil (1) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Verhältnis der Schlaglänge einer der Litzenlagen (5) zur Schlaglänge der in Richtung Seilmitte benachbarten Litzenlage (4) weniger als 1,5, bevorzugt 0,7 bis 1,0, besonders bevorzugt 0,8 bis 0,9 beträgt.
5. Seil (1) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Fasermaterial des Seiles (1) kompaktiert ist.
6. Seil (1) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Fasermaterial des Seiles (1) um mehr als 15% seiner Bruchkraft, bevorzugt um 35% bis 55% seiner Bruchkraft, verstreckt ist.

7. Seil (1) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die lasttragenden Litzen (7,8,9,10,11,12,13) des Seiles (1) jeweils einzeln mit einer Umhüllung (13) versehen sind.
8. Verwendung eines Seiles (1) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche als Lastseil für Anwendungen mit Trommelantrieb.

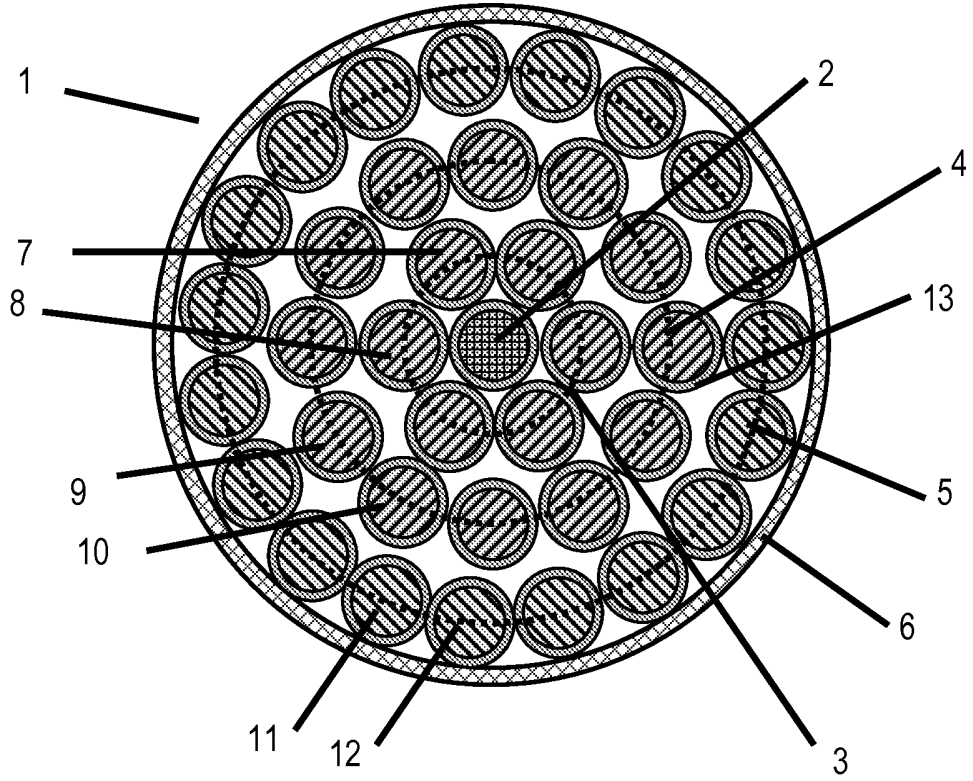


Fig. 1



3/4

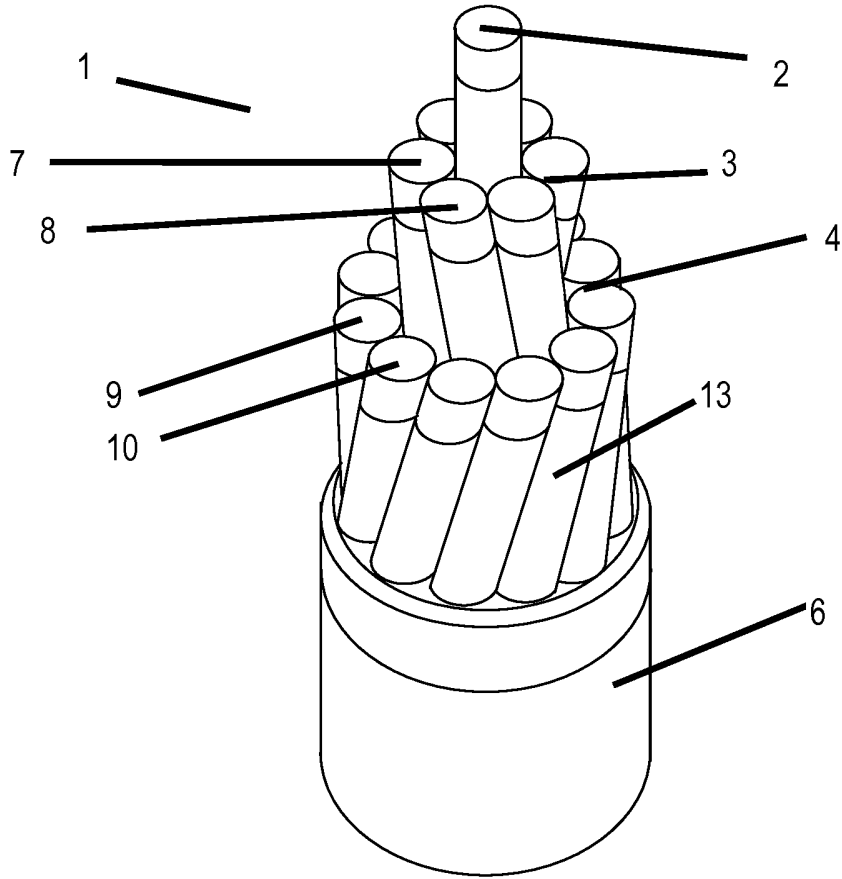


Fig. 3

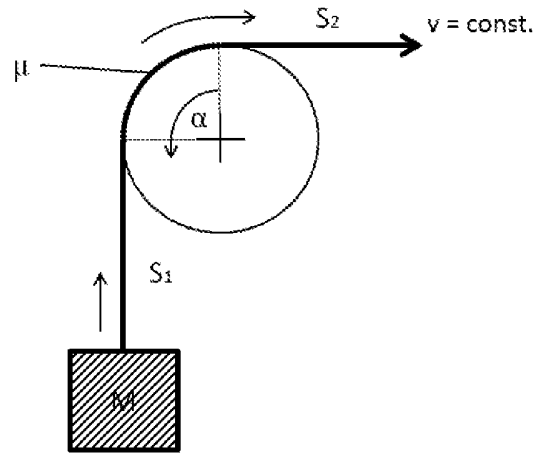


Fig. 4

Klassifikation des Anmeldegegenstands gemäß IPC: <b>D07B 1/02</b> (2006.01); <b>D07B 1/16</b> (2006.01)
Klassifikation des Anmeldegegenstands gemäß CPC: <b>D07B 1/025</b> (2013.01); <b>D07B 1/162</b> (2013.01)
Recherchiertes Prüfobjekt (Klassifikation): D07B
Konsultierte Online-Datenbank: EPODOC; WPI; TXNn;
Dieser Recherchenbericht wurde zu den am <b>05.11.2014</b> eingereichten Ansprüchen <b>1-8</b> erstellt.

Kategorie <sup>1)</sup>	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
A	EP 0731209 A1 (INVENTIO AG [CH]) 11. September 1996 (11.09.1996) Fig. 1-3; Spalte 3, Zeile 16 - 48;	1-8
A	US 2003226347 A1 (SMITH RORY [US], FITE JOHN L [US], SIMPKINS HARRY [US], WALKER ROY J [US], KORALEK ALAN SANFORD [US], WHITEHILL A SIMEON [US], HUNTLEY MARK G [US], GIBSON PHILIP T [US]) 11. Dezember 2003 (11.12.2003) Fig. 1-4; Absätze [0003], [0022] - [0034];	1-8
A	US 2006086415 A1 (EICHHORN ROLAND [CH]) 27. April 2006 (27.04.2006) Fig. 2ab, 3ab, 4ab; Absätze [0001], [0002], [0035] - [0041];	1-8
A	DE 7438919 U (FELTEN & GUILLEAUME CARLSWERK AG) 21. August 1975 (21.08.1975) Fig. 1; Seite 5, Zeile 27 - Seite 6, Zeile 29;	1-8

Datum der Beendigung der Recherche: 17.07.2015	Seite 1 von 1	Prüfer(in): HUBER Josef
<sup>1)</sup> <b>Kategorien</b> der angeführten Dokumente: <b>X</b> Veröffentlichung <b>von besonderer Bedeutung</b> : der Anmeldegegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden. <b>Y</b> Veröffentlichung <b>von Bedeutung</b> : der Anmeldegegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese <b>Verbindung für einen Fachmann naheliegend</b> ist.		<b>A</b> Veröffentlichung, die den allgemeinen <b>Stand der Technik</b> definiert. <b>P</b> Dokument, das von <b>Bedeutung</b> ist (Kategorien <b>X</b> oder <b>Y</b> ), jedoch <b>nach dem Prioritätstag</b> der Anmeldung veröffentlicht wurde. <b>E</b> Dokument, das <b>von besonderer Bedeutung</b> ist (Kategorie <b>X</b> ), aus dem ein „ <b>älteres Recht</b> “ hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen). <b>&amp;</b> Veröffentlichung, die Mitglied der selben <b>Patentfamilie</b> ist.

Ansprüche:

1. Seil (1) aus textilem Fasermaterial, gekennzeichnet durch die Kombination der Maßnahmen, dass
  - a) das lasttragende Fasermaterial des Seiles (1) aus hochfesten Kunststofffasern besteht
  - b) das Seil (1) in Form eines Spirallitzenseiles vorliegt
  - c) das Seil (1) mindestens zwei, bevorzugt mindestens drei konzentrische lasttragende Litzenlagen (3,4,5) aufweist
  - d) die einzelnen Litzen (7,8,9,10,11,12) der Litzenlagen (3,4,5) gegeneinander bewegbar sind
  - e) der Füllungsgrad des Seiles (1) an textilem Fasermaterial  $\geq 75\%$ , bevorzugt  $\geq 85\%$  beträgt
  - e) die äußerste Schicht (5,6) des Seiles einen Reibungskoeffizient  $\mu$  gegenüber Stahl von  $\mu < 0,15$  aufweist.
2. Seil (1) gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Seil (1) von einem Mantel (6) umgeben ist, wobei der Mantel (6) einen Reibungskoeffizient  $\mu$  gegenüber Stahl von  $\mu < 0,15$  aufweist.
3. Seil (1) gemäß Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Litzenlagen (3,4,5) so aufeinander abgestimmt sind, dass das Seil (1) unter Last im wesentlichen drehungsfrei ist.
4. Seil (1) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Verhältnis der Schlaglänge einer der Litzenlagen (5) zur Schlaglänge der in Richtung Seilmitte benachbarten Litzenlage (4) weniger als 1,5, bevorzugt 0,7 bis 1,0, besonders bevorzugt 0,8 bis 0,9 beträgt.
5. Seil (1) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Fasermaterial des Seiles (1) kompaktiert ist, beispielsweise durch Walzen, Rollen, oder Hämmern.
6. Seil (1) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Fasermaterial des Seiles (1) um mehr als 15% seiner Bruchkraft, bevorzugt um 35% bis 55% seiner Bruchkraft, verstreckt ist.

7. Seil (1) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die lasttragenden Litzen (7,8,9,10,11,12,13) des Seiles (1) jeweils einzeln mit einer Umhüllung (13) versehen sind.
8. Verwendung eines Seiles (1) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche als Lastseil für Anwendungen mit Trommelantrieb.