

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11)

Veröffentlichungsnummer: **0 054 784
B1**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45)

Veröffentlichungstag der Patentschrift:
10.04.85

(51)

Int. Cl.⁴: **H 01 B 7/18**

(21)

Anmeldenummer: **81110134.4**

(22)

Anmeldetag: **04.12.81**

(54)

Freileitungskabel mit Zugentlastungsmitteln.

(30)

Priorität: **19.12.80 CH 9374/80**

(43)

Veröffentlichungstag der Anmeldung:
30.06.82 Patentblatt 82/26

(45)

Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
10.04.85 Patentblatt 85/15

(84)

Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE FR GB IT LI LU NL SE

(56)

Entgegenhaltungen:
**CA - A - 996 645
FR - A - 2 039 355
FR - A - 2 447 081
GB - A - 2 023 328
US - A - 2 675 420
US - A - 3 717 720**

(73)

Patentinhaber: **Kupferdraht-Isolierwerk AG Wildeg, Hornimattstrasse 206, CH-5103 Wildeg (CH)**

(72)

Erfinder: **Voser, Othmar, Höhenweg 18, CH-5115 Möriken (CH)**

(74)

Vertreter: **Steudtner, Werner, Dipl.-Ing., Lindenhof 5, CH-8604 Hegnau bei Zürich (CH)**

EP 0 054 784 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Freileitungskabel mit mehreren einzeln ummantelten, in sich verseilten Adern, von denen jede eine Mehrzahl von zur Signalübertragung vorgesehenen Metalldrähten sowie sich im wesentlichen in Kabel-längsrichtung erstreckende, mindestens annähernd dehnungsfeste Zugentlastungsmittel umfasst, wobei die Ummantelung jeder Ader durch eine Brücke mit der Ummantelung jeder anderen Ader des Kabels einstückig verbunden ist.

Freileitungskabel dieser Art sind insbesondere in Form von zweiadrigen Kabeln als Telefonleitungen bekannt geworden. Solche Telefonleitungen werden seit einiger Zeit in erster Linie in Bereichen eingesetzt, in denen einzelne Telefonteilnehmer relativ weit von einer zentralen Vermittlungsstation oder einem Endpunkt eines unterirdisch verlegten Telefonkabelnetzes entfernt liegen und eine unterirdische Verlegung der zu den betreffenden Teilnehmern führenden Telefonleitungen wegen der relativ grossen Entfernung und der ungenügenden Ausnützung eines Kabeltunnels bei nur einer oder einigen wenigen durch denselben geführten Leitungen einen zu hohen Kostenaufwand verursachen würde. Bei diesen bekannten, für Freileitungen vorgesehenen Telefonkabeln wurden als Zugentlastungsmittel bisher hauptsächlich Stahldrähte verwendet, die zusammen mit den zur Signalübertragung vorgesehenen, meist aus verzinntem Kupferdraht bestehenden Metalldrähten die einzelnen Adern des Kabels bildeten. Die beiden Adern waren bei diesen bekannten Telefonleitungen mit je einem Polyäthylen-Mantel und einem darüberliegenden Polyamid-Mantel versehen und durch eine die beiden Polyamid-Mäntel einstückig miteinander verbindende Brücke aus dem gleichen Polyamid miteinander verbunden. Diese bekannten Telefonleitungen haben jedoch den entscheidenden Nachteil, dass die in den einzelnen Adern als Zugentlastungsmittel vorgesehenen Stahldrähte zu einer wesentlich grösseren Korrosionsanfälligkeit der Adern im Vergleich zu ausschliesslich aus Kupferdrähten bestehenden Adern führen. So sind beispielsweise eine Reihe von Ausfällen dieser Telefonleitungen dadurch verursacht worden, dass die die einzelnen Adern umschliessenden Polyäthylen-Mäntel an einigen Stellen wie z.B. Knickstellen oder Stellen hoher mechanischer Wechselbeanspruchungen im Laufe der Zeit undicht geworden sind und dadurch an diesen Stellen Wasser in die betreffenden Adern eindringen konnte, das dann zur Lokalelementbildung an der betreffenden Stelle und damit schliesslich zum Korrosionsbruch der Ader an dieser Stelle führte. Um diesen Nachteil der bekannten Telefonleitungen zu vermeiden, hat man nun zunächst versucht, die Korrosionsanfälligkeit der aus Kupfer- und Stahldrähten bestehenden Adern dadurch etwa auf das Mass der Korrosionsanfälligkeit von ausschliesslich aus Kupferdraht bestehenden Adern herabzusetzen, dass man nicht nur die Kupferdrähte sondern auch die

Stahldrähte verzinkt hat. Diese Versuche haben zwar eine gewisse Verringerung der Korrosionsanfälligkeit der aus Kupfer- und Stahldrähten bestehenden Adern mit sich gebracht, jedoch liess sich eine Herabsetzung derselben bis auf die Korrosionsanfälligkeit von ausschliesslich aus Kupferdrähten bestehenden Adern damit nicht erreichen, weil die Zinnüberzüge der Stahldrähte nicht so dicht gemacht werden konnten, dass ein vollständiger Abschluss der Stahldrähte gegen eingedrungenes Wasser durch die Zinnüberzüge hätte erzielt werden können. Der theoretisch mit vollkommen dichten Zinnüberzügen auf den Stahldrähten und den Kupferdrähten erreichbare Effekt eines vollständigen Wegfalles der Korrosionsanfälligkeit, der mit ausschliesslich aus verzinkten Kupferdrähten bestehenden Adern nahezu erreicht wird, liess sich jedenfalls mit aus verzinkten Kupferdrähten und verzinkten Stahldrähten bestehenden Adern bei weitem nicht erreichen.

Nun ist es zwar von Kabeln anderer als der eingangs genannten Art her bekannt, als Zugentlastungsmittel keine innerhalb der Adern angeordneten Stahldrähte sondern innerhalb des Kabelmantels sozusagen als Längsarmierungen angeordnete Fasern bzw. Faserbündel aus hochfesten nichtmetallischen Materialien wie z.B. Glasfasern zu verwenden, und bei Verwendung solcher nichtmetallischen Materialien für die Zugentlastungsmittel fällt natürlich das bei der Verwendung von Stahldrähten auftretende Problem der erhöhten Korrosionsanfälligkeit weg. Die bei diesen bekannten Kabeln (US-A-2 675 420) angewandte Lösung, die hochfesten Fasern parallel zur Kabelachse anzuordnen und in Form einer Faserlage oder einzelner gleichmässig auf den Umfang verteilter Faserbündel innerhalb des Kabelmantels unterzubringen, war jedoch auf Freileitungskabel der vorliegenden Art nicht übertragbar, weil durch die Faserverstärkung des Kabelmantels eine für Freileitungskabel viel zu hohe Biegesteifigkeit des Kabels verursacht wird. Das liegt in erster Linie daran, dass die Fasern bei diesen bekannten Kabeln parallel zur Kabelachse angeordnet sind, denn bei einer zur Kabelachse parallelen Anordnung würde jede Biegung eine Streckung der an der Aussenseite der Biegungsstelle gelegenen Fasern bedingen, der sich die hochfesten Fasern aufgrund ihrer Dehnungssteifigkeit widersetzen.

Bei einem Freileitungskabel würde eine so hohe Biegesteifigkeit aufgrund der Tatsache, dass Freileitungskabel zumindest in den Bereichen ihrer Aufhängungsstellen relativ starken und zudem noch ständig wechselnden Biegebeanspruchungen ausgesetzt sind, dazu führen, dass die Fasern in den Bereichen starker Biegebeanspruchungen sehr bald brechen würden und damit keine Zugentlastung des Freileitungskabels mehr vorhanden wäre, was früher oder später anlässlich besonders starker Belastungen wie z.B. eines Sturmes dann zum vollständigen Bruch des Freileitungskabels führen würde. Nun ist es zwar von den Freileitungskabeln der eingangs genann-

ten Art her bekannt, wie man solche durch achsparallele Anordnung der Zugentlastungsmittel verursachte Biegesteifigkeiten und die daraus resultierenden Folgen in Form von Kabelbrüchen vermeidet, nämlich indem man die einzelnen jeweils aus Kupfer- und Stahldrähten bestehenden Adern verseilt, aber eine solche Verseilung bringt es gleichzeitig auch mit sich, dass die Gesamtlänge der Drähte innerhalb der einzelnen Adern wegen ihres infolge der Verseilung wendelförmigen Verlaufes grösser als die Länge des Kabels ist, und das bedeutet, dass das Freileitungskabel ohne Dehnung der Drähte bis auf deren Gesamtlänge ausziehbar bzw. verlängerbar wäre, wenn die Drähte die Möglichkeit hätten, von ihrem wendelförmigen Verlauf in einem mit der Kabelachse zusammenfallenden Verlauf überzugehen. Eine solche Möglichkeit ist bei den Freileitungskabeln der eingangs genannten Art jedoch nicht gegeben, weil sich in jeder einzelnen Ader des Kabels die von der zugeordneten Ummantelung umschlossenen Drähte gegenseitig in ihrer Lage fixieren und damit irgendwelche Verschiebungen der Drähte bei Zugbelastung des Kabels in Richtung auf die Kabelachse zu ausgeschlossen sind. Würde man aber nun bei diesen Freileitungskabeln der eingangs genannten Art die dort als Zugentlastungsmittel vorgesehenen Stahldrähte einfach durch Faserbündel aus strangartig parallel zueinander verlaufenden Kunstfasern ersetzen, dann hätten die einzelnen Fasern dieser Faserbündel sehr wohl die Möglichkeit, sich unter Zugbelastung in Richtung auf das Achszentrum zu verschieben, weil die einzelnen Kunstfasern der Faserbündel durch die Kupferdrähte nicht in ihrer Lage innerhalb der Ader fixiert werden. Das ist z.B. anhand der Fig. 1 ersichtlich, wenn man sich vorstellt, dass die unschraffierten Kreise entweder Stahldrähte oder aus strangartig parallel zueinander verlaufenden Einzelfasern bestehende Kunstfaserbündel und die schraffierten Kreise Kupferdrähte darstellen: Im Falle von Stahldrähten fixieren sich die Kupfer- und Stahldrähte in ihrer Lage gegenseitig, und eine Änderung dieser Lage durch Zugbelastung des Kabels ist daher nicht möglich; im Falle von aus Einzelfasern bestehenden Faserbündeln hingegen können die Einzelfasern der drei aussenliegenden Faserbündel sich ohne weiteres nach dem Zentrum zu verschieben, wobei zunächst einmal die um das zentrale Faserbündel herumgruppierten sechs Hohlräume ausgefüllt und anschliessend dann die Kupferdrähte nach aussen gedrückt werden würden, bis sich die Fasern der aussenliegenden Faserbündel zu einer Art Mantel um das zentrale Faserbündel umgruppiert hätten. Gleichzeitig mit dieser natürlich nur unter Zugbelastung des Kabels vor sich gehenden Umgruppierung würde sich das Kabel entsprechend dem nunmehr geringeren mittleren Durchmesser des wendelförmigen Verlaufes der drei äusseren Faserbündel verlängern, wobei die allein der Zugbelastung nicht standhaltenden Fasern des zentralen Faserbündels reißen würden und die nur eine relativ geringe Zugfestigkeit aufweisenden, aber dafür

dehnbaren Kupferdrähte entsprechend gedehnt würden. Das Kabel würde sich somit trotz der Dehnungsfestigkeit der Kunstfasern unter Zugbelastung bis auf die vorgenannte, auf die Umgruppierung zurückzuführende Verlängerung ausdehnen lassen und wäre somit nicht mehr dehnungsfest. Der blosser Ersatz der Stahldrähte bei dem eingangs genannten bekannten Freileitungskabel durch aus Kunstfasern bestehende Faserbündel würde also zur Folge haben, dass die Dehnungsfestigkeit der Freileitungskabel verlornginge, und da die Dehnungsfestigkeit eine der grundlegenden, an ein Freileitungskabel zu stellenden Anforderungen ist, ist somit der Ersatz der Stahldrähte bei dem bekannten Freileitungskabel durch hochfeste Kunstfasern und damit aber auch die Überwindung der eingangs erwähnten Korrosionsschwierigkeiten mit Stahldrähten als Zugentlastungsmitteln jedenfalls ohne besondere Massnahmen nicht möglich.

Der Erfindung lag nun die Aufgabe zugrunde, ein Freileitungskabel der eingangs genannten Art zu schaffen, bei dem einerseits Korrosionsschwierigkeiten wie bei den bekannten mit Stahldrähten als Zugentlastungsmitteln versehenen Freileitungskabeln nicht auftreten und das aber andererseits hinsichtlich der Dehnungsfestigkeit und der Biegsamkeit vergleichbare Eigenschaften wie die bekannten, mit Stahldrähten als Zugentlastungsmitteln versehenen Freileitungskabeln aufweist.

Erfindungsgemäss wird das bei einem Freileitungskabel der eingangs genannten Art dadurch erreicht, dass die Zugentlastungsmittel von einem oder mehreren parallel zu den Metalldrähten verlaufenden und mit denselben verseilten Faserbündeln aus im wesentlichen dehnungsfesten Kunstfasern gebildet sind und das bzw. die einzelnen Faserbündel in ihrer Konsistenz und Querschnittsform so ausgebildet und innerhalb der Adern derart angeordnet sind, dass sich in den einzelnen Adern die von der zugeordneten Ummantelung umschlossenen Metalldrähte und Faserbündel gegenseitig in ihrer Lage fixieren und damit durch Zugbelastungen des Kabels verursachte, zur Dehnung des Kabels unter Zugbelastung führende Querverschiebungen der wegen der Verseilung wendelförmig verlaufenden Kunstfasern bzw. Faserbündel in Richtung auf das Aderzentrum ausgeschlossen sind, so dass jede einzelne Ader und damit auch das Kabel trotz des wendelförmigen Verlaufes der Kunstfasern bzw. Faserbündel im wesentlichen dehnungsfest ist.

Der Vorteil des vorliegenden Freileitungskabels gegenüber den erwähnten bekannten Freileitungskabeln der eingangs genannten Art liegt in seiner wesentlich geringeren Korrosionsanfälligkeit. Diese kann z.B. durch vollständige Harztränkung der Adern sogar noch wesentlich unter die Korrosionsanfälligkeit herabgedrückt werden, die bei dem bekannten Freileitungskabel unter der (praktisch wegen ungenügender Dehnungsfestigkeit nicht realisierbaren) Voraussetzung von ausschliesslich aus verzinnnten Kupfer-

drähten bestehenden Metalldrähten erreichbar wäre. Ein weiterer Vorteil des vorliegenden Freileitungskabels gegenüber den erwähnten bekannten Freileitungskabeln ist darin zu sehen, dass das Gewicht der als Zugentlastungsmittel anstelle der Stahldrähte tretenden Faserbündel bei gleichen Festigkeitseigenschaften wie bei Verwendung von Stahldrähten wesentlich geringer als das der Stahldrähte ist und dadurch auch das Gewicht des vorliegenden Freileitungskabels pro Längeneinheit um 20–40% unter dem der erwähnten bekannten Freileitungskabel liegt. Dieser Gewichtsvorteil ist bei Freileitungskabeln von wesentlicher Bedeutung, weil die Zugbelastung des Kabels ja hauptsächlich durch das Eigengewicht des Kabels verursacht wird.

Bei einer bevorzugten Ausbildungsform des vorliegenden Freileitungskabels ist die Querschnittsform jedes Faserbündels im wesentlichen kreisförmig. Vorzugsweise ist bei dieser Ausbildungsform jedes Faserbündel zur Erzielung einer hinreichenden Konsistenz und einer auch bei Zugbelastungen des Kabels im wesentlichen unveränderlichen kreisförmigen Querschnittsform in sich verseilt. Die Faserbündel können dabei zweckmässig aus einfach verseilten Kunstfasern bestehen. Hinsichtlich der Konsistenz und der Unveränderlichkeit der Querschnittsform ist es aber vorteilhafter, wenn die Faserbündel hierbei aus mehrfach verseilten, vorzugsweise doppelt verseilten bzw. verzwirn-ten Kunstfasern bestehen.

Bei einer weiteren ebenfalls sehr vorteilhaften Ausbildungsform des vorliegenden Freileitungskabels ist die Querschnittsform jedes Faserbündels so ausgebildet, dass in jeder Ader der von den Metalldrähten nicht in Anspruch genommene Teil des von der Ummantelung der Ader umschlossenen Innenraumes von der Gesamtheit der Faserbündel voll ausgefüllt ist.

Mit besonderem Vorteil kann bei dem vorliegenden Freileitungskabel jedes Faserbündel und/oder jede Ader in ihrer Gesamtheit zur Erzielung einer hinreichenden Konsistenz und damit einer auch bei Zugbelastungen des Kabels im wesentlichen unveränderlichen Querschnittsform der Faserbündel bzw. Adern oder zur Erhöhung dieser Konsistenz harzgetränkt sein. Im Hinblick auf die Konsistenz der einzelnen Faserbündel wäre eine solche Harztränkung in den oben erwähnten Fällen, in denen jedes Faserbündel in sich verseilt ist, an sich nicht erforderlich, jedoch wird natürlich durch eine solche Harztränkung die Konsistenz der einzelnen Faserbündel weiter erhöht, und ausserdem hat die Harztränkung insbesondere dann, wenn sie die gesamte Ader umfasst, den Vorteil, dass dadurch in die Adern eindringendes Wasser von den Metalldrähten ferngehalten wird. Hingegen erscheint eine solche Harztränkung zur Erzielung einer hinreichenden Konsistenz auf jeden Fall dann geboten, wenn die einzelnen Faserbündel aus strangartig parallel zueinander angeordneten Kunstfasern bestehen. Dieser Fall einer strangartig parallelen Anordnung der Kunstfasern in den einzelnen Faserbün-

deln kommt insbesondere für die obengenannte weitere vorteilhafte Ausbildungsform des vorliegenden Freileitungskabels in Betracht, weil bei dieser Ausbildungsform die Querschnittsformen der einzelnen Faserbündel in aller Regel nicht kreisförmig sind und es daher nicht möglich ist, die einzelnen Faserbündel in sich zu verseilen. Das zur Tränkung verwendete Harz kann zweckmässig ein bei Druck- und/oder Biegebeanspruchung über seine Bruchgrenze hinaus in Pulver zerfallendes Harz sein. Das hat den Vorteil, dass bei Überbeanspruchungen des Freileitungskabels auf Biegung an den betreffenden Stellen die Biegesteifigkeit des Kabels durch den Zerfall des Harzes zu Pulver so weit herabgesetzt wird, dass ein durch zu hohe Biegesteifigkeit verursachter Bruch des Kabels bzw. einzelner Adern desselben vermieden wird. Die Tränkung mit einem solchen bei Überbeanspruchung zu Pulver zerfallenden Harz kommt insbesondere dann in Betracht, wenn die Adern in ihrer Gesamtheit harzgetränkt sind oder Faserbündel von relativ grossem Querschnitt vorgesehen sind. Zweckmässig kann das zur Tränkung verwendete Harz vollständig oder zumindest zum überwiegenden Teil aus natürlichem Harz bestehen, wobei das natürliche Harz vorteilhaft Kolophonium sein kann.

Die Faserbündel bildenden Kunstfasern bestehen bei dem vorliegenden Freileitungskabel zweckmässig aus einem Kunststoff, vorzugsweise aus einem organischen Polymeren. Dieser Kunststoff kann mit besonderem Vorteil ein aromatisches Polyamid sein. Die Kunstfasern können dabei zweckmässig eine Zugfestigkeit von mindestens 250 kg/mm², einen Elastizitätsmodul von mindestens 10 000 kg/mm² und eine Bruchdehnung unter 3% haben. Die Kunstfasern können aber auch ganz oder teilweise aus Glasfasern bestehen, wobei in erster Linie sogenannte hochfeste Glasfasern in Betracht kommen.

Vorteilhaft können bei dem vorliegenden Freileitungskabel die Metalldrähte jeder Ader zur Achse der betreffenden Ader zentralsymmetrisch angeordnet sein. Mit besonderem Vorteil kann dabei jede Ader mit einem zentralen Metalldraht, dessen Achse mit der Achse der betreffenden Ader zusammenfällt, sowie mit drei äusseren Metalldrähten von gleichem Durchmesser wie dem des zentralen Metalldrahtes versehen sein, die im Winkelabstand von 120° um den zentralen Metalldraht herum angeordnet sind und an diesem anliegen. Bei dieser Anordnung der Metalldrähte kann zweckmässig jede Ader entweder mit drei Faserbündeln von kreisförmigem Querschnitt und mindestens annähernd gleichem Durchmesser wie dem der Metalldrähte, die zwischen den drei äusseren Metalldrähten angeordnet sind und ebenfalls an dem zentralen Metalldraht anliegen, oder aber mit drei Faserbündeln von näherungsweise trapezförmigem Querschnitt versehen sein, von denen jedes einen der drei jeweils von zwei äusseren Metalldrähten und dem zentralen Metalldraht sowie der in diesem Fall zylindrischen Mantelinnenwand umschlossenen Hohlräume voll ausfüllt. Im ersteren Fall sind

die einen kreisförmigen Querschnitt aufweisen, während im letzteren Fall die einen trapezförmigen Querschnitt aufweisenden Faserbündel zweckmässig aus strangartig parallel zueinander angeordneten Kunstfasern bestehen und harzgetränkt sind. Eine weitere vorteilhafte Möglichkeit der erwähnten zentralsymmetrischen Anordnung der Metalldrähte besteht darin, dass jede Ader mit drei Metalldrähten gleichen Durchmessers versehen ist, deren Achsen von der Achse der betreffenden Ader einen Abstand vom einfachen des Durchmessers der Metalldrähte haben und die im Winkelabstand von 120° um die Achse der betreffenden Ader herum angeordnet sind. Vorteilhaft kann dabei jede Ader mit einem zentralen Faserbündel von kreisförmigem Querschnitt und gleichem Durchmesser wie dem der Metalldrähte, dessen Achse mit der Achse der betreffenden Ader zusammenfällt, sowie mit drei äusseren Faserbündeln von ebenfalls kreisförmigem Querschnitt und gleichem Durchmesser wie dem der Metalldrähte versehen sein, die zwischen den drei Metalldrähten angeordnet sind und an dem zentralen Faserbündel anliegen; die einzelnen Faserbündel sind dabei ebenfalls zweckmässig in sich verseilt.

Eine andere vorteilhafte Möglichkeit der erwähnten zentralsymmetrischen Anordnung der Metalldrähte besteht darin, dass jede Ader mit einem zentralen Faserbündel, dessen Achse mit der Achse der betreffenden Ader zusammenfällt, sowie mit einer Vielzahl von um das zentrale Faserbündel herum angeordneten, an diesem anliegenden und vorzugsweise auch gegenseitig aneinander anliegenden Metalldrähten versehen ist.

Die Metalldrähte bestehen bei dem vorliegenden Freileitungskabel zweckmässig aus Kupferdraht, vorzugsweise aus verzinnem Kupferdraht. Durch Verwendung von verzinnem Kupferdraht lässt sich eine ausserordentlich geringe Korrosionsanfälligkeit des Kabels erreichen. Anstelle eines Zinnüberzuges können aber auf den Kupferdrähten auch andere Korrosionsschutzüberzüge wie z.B. mehrfache Lacküberzüge vorgesehen sein.

Die Ummantelung jeder Ader sollte bei dem vorliegenden Freileitungskabel zweckmässig mit ihrer Innenseite in Vertiefungen an der Aussen-seite der Ader eingreifen und diese im wesentlichen voll ausfüllen. Das lässt sich sehr einfach dadurch erreichen, dass der Kabelmantel auf das Kabel bzw. die einzelnen Adern desselben durch Extrusion unter Druck aufgebracht wird. Als Material für den Kabelmantel dient zweckmässig ein wasserfestes und vorzugsweise auch wasserabweisendes Polyamid. Die Ummantelungen der einzelnen Adern des Kabels sind zweckmässig durch Brücken zwischen denselben einstückig miteinander verbunden. Diese Brücken können bei der Extrusion des Kabelmantels durch geeignete Ausbildung des Extruders sowie geeignete Führung der einzelnen Adern des Kabels durch den Extruder gleich mit gebildet werden.

Die Erfindung betrifft ferner die Verwendung des vorliegenden Freileitungskabels als Telefonleitung für im Freien zu verlegende Leitungen. In Betracht kommen dafür in erster Linie zweiadrige Freileitungskabel nach der vorliegenden Erfindung.

Anhand der nachstehenden Figuren ist die Erfindung im folgenden an einigen Ausführungsbeispielen näher erläutert. Es zeigen

Fig. 1 ein Ausführungsbeispiel des vorliegenden Freileitungskabels mit zwei Adern und je vier Kupferdrähten sowie drei in sich verseilten Faserbündeln pro Ader im Querschnitt,

Fig. 2 ein weiteres Ausführungsbeispiel des vorliegenden Freileitungskabels mit zwei Adern und je vier Kupferdrähten sowie drei Faserbündeln aus strangartig parallel zueinander angeordneten Kunstfasern pro Ader im Querschnitt,

Fig. 3 ein Ausführungsbeispiel des vorliegenden Freileitungskabels mit zwei Adern und je drei Kupferdrähten sowie vier in sich verseilten Faserbündeln pro Ader im Querschnitt,

Fig. 4 ein weiteres Ausführungsbeispiel des vorliegenden Freileitungskabels mit zwei Adern und je drei Kupferdrähten sowie einem Faserbündel aus strangartig parallel zueinander angeordneten Kunstfasern pro Ader im Querschnitt,

Fig. 5 ein Ausführungsbeispiel des vorliegenden Freileitungskabels mit zwei Adern und je sechzehn Kupferdrähten sowie einem in sich verseilten Faserbündel pro Ader im Querschnitt,

Fig. 6 ein weiteres Ausführungsbeispiel des vorliegenden Freileitungskabels mit zwei Adern und je sechzehn Kupferdrähten sowie einem Faserbündel aus strangartig parallel zueinander angeordneten Kunstfasern pro Ader im Querschnitt.

Bei dem in Fig. 1 gezeigten, zur Verwendung als Telefonleitung bestimmten zweiadrigen Freileitungskabel 1 bestehen die beiden Adern 2 und 3 aus je vier verzinneten Kupferdrähten 4 und 5 von gleichem Durchmesser sowie je drei Faserbündeln 6 von kreisförmigem Querschnitt und gleichem Durchmesser wie dem der Kupferdrähte 4 und 5, wobei ein Kupferdraht 4 zentral angeordnet ist und die drei übrigen Kupferdrähte 5 sowie die Faserbündel 6 in abwechselnder Folge um den zentralen Kupferdraht 4 herum angeordnet sind. Jedes der Faserbündel 6 besteht aus mehreren in sich verseilten und anschliessend miteinander verseilten Strängen von je mehreren Kunstfasern bzw. kurz gesagt aus verzwirnten Kunstfasern. Die Kunstfasern bestehen aus aromatischem Polyamid mit einer Zugfestigkeit von 300 kg/mm^2 , einem Elastizitätsmodul von $13\,400 \text{ kg/mm}^2$, einer Bruchdehnung von 2,6% und einem spezifischen Gewicht von $1,45 \text{ g/cm}^3$. Kunstfasern dieser Art sind beispielsweise aus der Informationsschrift «Kevlar 49, Technische Information, Bulletin Nr. K-1, Juni 1974» der Dupont de Nemours Company, Seite 3, Abschnitt A und Tafel I, bekannt und werden in der Praxis all-

gemein als Aramidfasern bezeichnet. Die Adern 2 und 3 sind mit einer Schlaglänge vom 10- bis 15fachen des Aderdurchmessers bzw. vom 30- bis 45fachen des Durchmessers der Kupferdrähte 4 und 5 in sich verseilt. Jede der beiden Adern 2 und 3 ist mit einer gleichzeitig zur elektrischen Isolation und zum mechanischen Schutz gegen Witterungseinflüsse und Korrosion dienenden Ummantelung 7 bzw. 8 versehen, und die beiden Ummantelungen 7 und 8 bilden zusammen mit einer dieselben einstückig verbindenden Brücke 9 den Kabelmantel des Freileitungskabels 1. Dieser Kabelmantel besteht aus einem wasserfesten und vorzugsweise auch wasserabweisenden Polyamid und wird auf die vorher in sich verseilten Adern 2 und 3 durch Extrusion unter Druck aufgebracht. Aufgrund dieser Art der Aufbringung greifen die Ummantelungen 7 und 8 mit ihrer Innenseite in Vertiefungen 10 an der Aussenseite der Adern 2 und 3 ein und füllen diese im wesentlichen voll aus.

Versuche mit dem in Fig. 1 gezeigten Freileitungskabel haben ergeben, dass das Kabel gegenüber einem gleich dimensionierten bekannten Telefonleitungskabel mit gleichem Kabelmantel 7, 8, 9, bei dem anstelle der verzinnnten Kupferdrähte 4 und 5 verzinnnte Stahldrähte und anstelle der Faserbündel 6 verzinnnte Kupferdrähte vorgesehen sind, ein um 16,4% niedrigeres Gewicht pro Längeneinheit, einen um 8,1% niedrigeren Gleichstromwiderstand pro Längeneinheit, eine 3,8% höhere Zugfestigkeit sowie eine wesentlich grössere Korrosionsbeständigkeit und ausserdem ein wesentlich günstigeres Frequenzverhalten innerhalb des Sprachfrequenzbereiches aufwies. So stieg beispielsweise die Dämpfung des bekannten Telefonleitungskabels über der Frequenz schon im Sprachfrequenzbereich wesentlich stärker als die des in Fig. 1 gezeigten Kabels an, was offenbar auf die bei dem bekannten Telefonleitungskabel vorgesehenen Stahldrähten zurückzuführen sein dürfte. Des weiteren war die Biegesteifigkeit des in Fig. 1 gezeigten Kabels wesentlich geringer als die des bekannten Telefonleitungskabels, wodurch die Gefahr eines Kabelbruches oder Aderbruches in der Umgebung der Aufhängungspunkte des Kabels beträchtlich herabgesetzt wird, und nur im Hinblick auf die Dehnungsfestigkeit lagen die mit dem in Fig. 1 gezeigten Kabel unter Berücksichtigung eines Temperaturschwankungsbereiches von -30°C bis +40°C erreichten Werte geringfügig unter den mit dem bekannten Telefonkabel erreichbaren Werten. Das ist jedoch nicht auf das Material der Kunstfasern, dessen Dehnungsfestigkeit sogar noch besser als die von Stahl ist, sondern vielmehr darauf zurückzuführen, dass die Faserbündel 6 bei dem in Fig. 1 gezeigten Kabel aus verzwirrten Kunstfasern bestehen und die Dehnungsfestigkeit eines solchen «Zwirnsfadens» nur bei sehr hoher Vorspannung an die Dehnungsfestigkeit des Fadenmaterials herankommt. Nun liessen sich zwar bei der Herstellung des Kabels ohne grössere Schwierigkeiten entsprechend hohe Vorspannungen der Faserbün-

del 6 erreichen, jedoch sind solche hohen Vorspannungen deswegen nicht erwünscht, weil sich dies ungünstig auf die Biegesteifeigkeits-eigenschaften des Kabels auswirken würde und die wesentlich besseren Biegesteifeigkeitseigenschaften des Kabels gegenüber dem bekannten Telefonleitungskabel viel wichtiger als die durch eine erhöhte Vorspannung der Faserbündel erreichbare geringfügige Erhöhung der Dehnungsfestigkeit ist.

Das in Fig. 2 im Querschnitt gezeigte Freileitungskabel entspricht in seinem Aufbau im wesentlichen dem in Fig. 1 gezeigten Kabel, d.h. es sind ebenfalls zwei Adern 12 und 13 sowie je vier verzinnnte Kupferdrähte 14 und 15, drei Faserbündel 16 und eine Ummantelung 17 bzw. 18 pro Ader und ferner eine Brücke 19 zwischen den beiden Ummantelungen 17 und 18 vorgesehen, und auch die Anordnung der Kupferdrähte 14, 15 und Faserbündel 16 relativ zueinander entspricht im wesentlichen derjenigen in Fig. 1, jedoch bestehen hier die Faserbündel 16 nicht aus verzwirrten sondern aus strangartig parallel zueinander angeordneten Fasern und sind mit Kolophonium harzgetränkt, und ausserdem haben die Faserbündel 16 hier keinen kreisrunden sondern einen näherungsweise trapezförmigen Querschnitt, und die Innenwände 20 der Ummantelungen 17 und 18 sind nicht wie in Fig. 1 stark strukturiert sondern vielmehr zylindrisch. Trotz des sehr ähnlichen Aufbaues unterscheidet sich das in Fig. 2 gezeigte Kabel in seinen technischen Eigenschaften jedoch wesentlich von dem Kabel in Fig. 1. So ist die Zugfestigkeit des Kabels in Fig. 2 bei gleichen äusseren Dimensionen und gleichen Kupferdrahtstärken wie bei dem Kabel in Fig. 1 wegen des gegenüber den Faserbündeln 6 grösseren Querschnittes der Faserbündel 16 sowie wegen der strangartig parallel zueinander angeordneten Fasern in den Faserbündeln 16 und der damit gegebenen grösseren effektiven Querschnittsfläche pro Flächeneinheit des Faserbündelquerschnittes nahezu doppelt so gross wie bei dem Kabel in Fig. 1.

Allerdings ist auch die Biegesteifigkeit des Kabels in Fig. 2 hauptsächlich wegen der Harztränkung der Faserbündel 16 wesentlich grösser als bei dem Kabel in Fig. 1, jedoch führt diese grössere Biegesteifigkeit nicht zu einer erhöhten Gefahr von Kabel- oder Aderbrüchen, weil das zur Harztränkung verwendete Kolophonium die Eigenschaft hat, bei Überbeanspruchungen in den betreffenden Beanspruchungsbereichen in Pulver zu zerfallen und sich mit diesem Zerfall zu Pulver auch die Biegesteifigkeit in diesen Beanspruchungsbereichen stark reduziert. Des weiteren ist auch die Dehnungsfestigkeit des Kabels in Fig. 2 hauptsächlich wegen der strangartig parallelen Anordnung der Fasern in den Faserbündeln 16 um einiges grösser als die des Kabels in Fig. 1 und übertrifft sogar noch die Dehnungsfestigkeit der im Zusammenhang mit der Erläuterung der Fig. 1 erwähnten bekannten Telefonleitungskabel. Insgesamt sind also die mechanischen Eigenschaften des Kabels in Fig. 2

noch besser als die des Kabels in Fig. 1 und wesentlich besser als die der entsprechenden bekannten Telefonleitungskabel. In seinen elektrischen Eigenschaften wie Gleichstromwiderstand und Frequenzgang und auch in seinem Gewicht pro Längeneinheit entspricht das Kabel in Fig. 2 vollständig dem Kabel in Fig. 1.

Das in Fig. 3 im Querschnitt gezeigte Freileitungskabel 21 entspricht nahezu vollständig dem in Fig. 1 gezeigten Kabel und unterscheidet sich von diesem nur dadurch, dass der zentrale Kupferdraht 4 in Fig. 1 bei dem Kabel in Fig. 3 durch ein in seinem Aufbau vollständig den Faserbündeln 6 in Fig. 1 entsprechendes zentrales Faserbündel 24 ersetzt ist. Ansonsten entsprechen die beiden Adern 22 und 23 mit den äusseren verzinnnten Kupferdrähten 25 und den äusseren Faserbündeln 26 sowie den Ummantelungen 27 und 28 nebst Brücke 29 in Aufbau und Dimensionierung vollständig den entsprechenden Teilen des in Fig. 1 gezeigten Kabels. Das Kabel in Fig. 3 hat gegenüber dem im Zusammenhang mit der Erläuterung der Fig. 1 erwähnten bekannten Telefonleitungskabel zwar einen um 23,7% höheren Gleichstromwiderstand, jedoch ebenso wie das Kabel in Fig. 1 einen geringeren Anstieg der Dämpfung über der Frequenz, so dass die Dämpfung im Sprachfrequenzbereich bei dem Kabel in Fig. 3 nur wenig über Dämpfung dieses bekannten Telefonleitungskabels liegt. Demgegenüber ist die Zugfestigkeit des Kabels in Fig. 3 um nahezu 40% höher und das Gewicht pro Längeneinheit um ca. 25% niedriger als bei dem bekannten Telefonleitungskabel, und hinsichtlich Biegesteifigkeit und Dehnungsfestigkeit hat das Kabel in Fig. 3 praktisch die gleichen Eigenschaften wie das Kabel in Fig. 1. Insgesamt ist das Kabel in Fig. 3 somit in seinen mechanischen Eigenschaften wesentlich besser als das bekannte Telefonleitungskabel, denn seine höhere Zugfestigkeit führt in Verbindung mit seinem geringeren Gewicht sowie seiner wesentlich geringeren Biegesteifigkeit dazu, dass es wesentlich grösseren Belastungen als das bekannte Telefonkabel wie z.B. einem doppelt so grossen Abstand der zur Aufhängung des Kabels dienenden Leitungsmasten standhält. Von den beiden in den Fig. 1 und 3 gezeigten Kabeln kommt daher das Kabel in Fig. 3 insbesondere dann in Betracht, wenn die zu verlegende Leitung hohen mechanischen Beanspruchungen ausgesetzt ist, während das Kabel in Fig. 1 vorzuziehen ist, wenn die Gesamtlänge des Kabels relativ gross ist und es daher in erster Linie auf eine möglichst geringe Kabeldämpfung pro Längeneinheit des Kabels ankommt.

Das in Fig. 4 im Querschnitt gezeigte Freileitungskabel 30 entspricht in seinem Aufbau im wesentlichen dem in Fig. 3 gezeigten Kabel und unterscheidet sich von diesem nur dadurch, dass anstelle der vier gesonderten Faserbündel 24 und 26 ein in seiner Querschnittsform im wesentlichen der Querschnittsform aller dieser vier Faserbündel zusammen entsprechendes gemeinsames Faserbündel 31 vorgesehen ist und die Fasern dieses Faserbündels nicht wie die Fasern der

Faserbündel 24 und 26 bei dem Kabel in Fig. 3 verzwirrt sondern strangartig parallel zueinander angeordnet sind. Ausserdem ist das Faserbündel 31 bei dem Kabel in Fig. 4 mit Kolophonium harzgetränkt, während die Faserbündel 24 und 26 bei dem Kabel in Fig. 3 nicht mit einer solchen Harztränkung versehen sind. In seinen Eigenschaften unterscheidet sich das Kabel in Fig. 4 von dem Kabel in Fig. 3 durch eine um 20 bis 30% höhere Zugfestigkeit, eine etwas höhere Dehnungsfestigkeit und eine wesentlich höhere Biegesteifigkeit. Aufgrund dieser hohen Biegesteifigkeit eignet sich das Kabel in Fig. 4 mehr für den Einsatz in Bereichen, wo es in erster Linie auf hohe Zugfestigkeit und weniger auf Biegebeanspruchbarkeit und Wechselbelastbarkeit ankommt, denn obwohl natürlich auch bei dem Kabel in Fig. 4 das Kolophonium bei Überbeanspruchungen in den Beanspruchungsbereichen zu Pulver zerfällt, ergeben sich bei diesem Kabel in solchen Bereichen um einiges ungünstigere Festigkeitseigenschaften als beispielsweise in einem entsprechenden Bereich bei dem Kabel in Fig. 2.

Die in den Fig. 5 und 6 im Querschnitt gezeigten Freileitungskabel 32 und 40 haben gegenüber den Kabeln in den Fig. 1 bis 4 einen im Prinzip anderen Aufbau der Adern 33 und 34, stimmen aber in der Ausbildung und Dimensionierung ihrer Kabelmäntel mit den Kabeln in den Fig. 1 bis 4 im wesentlichen überein. Bei den Kabeln in den Fig. 5 und 6 ist die bei den Kabeln in den Fig. 1 bis 3 vorgesehene Vielzahl von einzelnen Faserbündeln 6 bzw. 16 bzw. 24, 26 zu einem einzigen im wesentlichen kreisrunden, zentral angeordneten Faserbündel 36 bzw. 41 von etwa gleichem Querschnitt wie dem Gesamtquerschnitt dieser einzelnen Faserbündel zusammengefasst, und dieses eine zentrale Faserbündel 36 bzw. 41 ist von einer Lage von verzinnnten Kupferdrähten von geringerem Durchmesser als dem Durchmesser der Kupferdrähte 4, 5 bzw. 14, 15 bzw. 25 bei den Kabeln in den Fig. 1 bis 4 umgeben, deren Gesamtkupferquerschnitt dem Gesamtkupferquerschnitt der Kupferdrähte bei den Kabeln in den Fig. 1 und 2 entspricht. Der Durchmesser der Kupferdrähte 35 ist etwa halb so gross und die Anzahl derselben viermal so gross wie Durchmesser bzw. Anzahl der Kupferdrähte bei den Kabeln in den Fig. 1 und 2. Die Schlaglänge der Verseilung der Adern 33 und 34 entspricht etwa der Schlaglänge bei den Kabeln in den Fig. 1 bis 4. Die Adern 33 und 34 sind ebenso wie bei den Kabeln in den Fig. 1 bis 4 mit Ummantelungen 37 und 38 versehen, die durch eine Brücke 39 miteinander verbunden sind. Das zentrale Faserbündel 36 bei dem in Fig. 5 gezeigten Kabel 32 besteht aus verzwirrten Fasern, während das Faserbündel 41 bei dem in Fig. 6 gezeigten Kabel 40 aus strangartig parallel zueinander angeordneten Fasern besteht und mit Kolophonium harzgetränkt ist. Das Fasermaterial ist das gleiche wie bei den Kabeln in den Fig. 1 bis 4. In den technischen Eigenschaften entspricht das Kabel 32 in Fig. 5 bis auf seine Biegesteifigkeit den Eigenschaften des Kabels in Fig. 1. Die Biegesteifigkeit des Kabels 32 in Fig. 5 ist wegen

der Zusammenfassung der bei dem Kabel in Fig. 1 vorgesehenen drei Faserbündeln 6 zu einem einzigen Faserbündel 36 und der zentralen Anordnung desselben noch um einiges geringer als bei dem Kabel in Fig. 1. Das Kabel 40 in Fig. 6 hat gegenüber dem Kabel 32 in Fig. 5 wegen des grösseren effektiven Faserquerschnittes seines Faserbündels 41, der sich infolge der strangartig parallelen Anordnung der Fasern ergibt, eine um etwa 25 bis 35% höhere Zugfestigkeit sowie wegen der Harztränkung eine etwas grössere Dehnungsfestigkeit und auch eine wesentliche grössere Biegesteifigkeit die jedoch ebenso wie bei dem Kabel in Fig. 2 keine erhöhte Bruchgefahr des Kabels oder einzelner Adern desselben mit sich bringt. In allen übrigen Eigenschaften stimmt das Kabel 40 in Fig. 6 mit dem Kabel 32 in Fig. 5 im wesentlichen überein.

Abschliessend wäre noch darauf hinzuweisen, dass bei den in den vorliegenden Unterlagen verwendeten Definitionen der Faseranordnung sowie der Anordnung der Metalldrähte und der Faserbündel relativ zueinander, insbesondere bei dem häufig für die Anordnung der Fasern verwendeten Ausdruck «strangartig parallel zueinander angeordnet» sowie bei dem für die relative Anordnung der Faserbündel zu den Metalldrähten verwendeten Ausdruck «parallel zu den Metalldrähten verlaufenden», die Verseilung der Adern nicht berücksichtigt ist, weil andernfalls die Definitionen der betreffenden Anordnungen viel zu unübersichtlich geworden wären. Diese Definitionen gelten dementsprechend nur jeweils für Kabelabschnitte von einer im Vergleich zu der Schlaglänge der Verseilung der Adern relativ geringen Länge.

Patentansprüche

1. Freileitungskabel mit mehreren einzeln ummantelten, in sich verseilten Adern, von denen jede eine Mehrzahl von zur Signalübertragung vorgesehenen Metalldrähten sowie sich im wesentlichen in Kabellängsrichtung erstreckende, mindestens annähernd dehnungsfeste Zugentlastungsmittel umfasst, wobei die Ummantelung jeder Ader durch eine Brücke mit der Ummantelung einer anderen Ader des Kabels einstückig verbunden ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Zugentlastungsmittel von einem oder mehreren parallel zu den Metalldrähten (4, 5; 14, 15; 25, 35) verlaufenden und mit denselben verseilten Faserbündeln (6; 16; 24, 26; 31; 36; 41) aus im wesentlichen dehnungsfesten Kunstfasern gebildet sind und das bzw. die einzelnen Faserbündel in ihrer Konsistenz und Querschnittsform so ausgebildet und innerhalb der Adern (2, 3; 12, 13; 22, 23; 33, 34) derart angeordnet sind, dass sich in den einzelnen Adern die von der zugeordneten Ummantelung (7, 8; 17, 18; 27, 28; 37, 38) umschlossenen Metalldrähte und Faserbündel gegenseitig in ihrer Lage fixieren und damit durch Zugbelastungen des Kabels (1; 11; 21; 30; 32; 40) verursachte, zur Dehnung des Kabels unter Zugbelastung führende Querverschiebungen der wegen der Ver-

seilung wendelförmig verlaufenden Kunstfasern bzw. Faserbündel in Richtung auf das Aderzentrum ausgeschlossen sind, so dass jede einzelne Ader und damit auch das Kabel trotz des wendelförmigen Verlaufes der Kunstfasern bzw. Faserbündel im wesentlichen dehnungsfest ist.

2. Freileitungskabel nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Querschnittsform jedes Faserbündels (6; 26; 36) im wesentlichen kreisförmig ist.

3. Freileitungskabel nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Querschnittsform jedes Faserbündels (16; 31; 41) so ausgebildet ist, dass in jeder Ader (12, 13) der von den Metalldrähten (14, 15) nicht in Anspruch genommene Teil des von der Ummantelung (17, 18) der Ader umschlossenen Innenraumes von der Gesamtheit der Faserbündel voll ausgefüllt ist.

4. Freileitungskabel nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass jedes Faserbündel (6; 24, 26; 36) zur Erzielung der genannten Konsistenz und einer kreisförmigen Querschnittsform in sich verseilt ist.

5. Freileitungskabel nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Faserbündel aus einfach verseilten Kunstfasern bestehen.

6. Freileitungskabel nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Faserbündel (6; 24, 26) aus mehrfach verseilten, vorzugsweise doppelt verseilten bzw. verzwirnten Kunstfasern bestehen.

7. Freileitungskabel nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass jedes Faserbündel (16; 31; 41) und/oder jede Ader in ihrer Gesamtheit zur Erzielung der genannten Konsistenz und einer unveränderlichen Querschnittsform der Faserbündel bzw. Adern harzgetränkt ist.

8. Freileitungskabel nach Anspruch 1 bis 3 und Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass jedes Faserbündel (16; 31; 41) aus strangartig parallel zueinander angeordneten Kunstfasern besteht.

9. Freileitungskabel nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass das zur Tränkung verwendete Harz ein bei Druck- und/oder Biegebeanspruchung über seine Bruchgrenze hinaus in Pulver zerfallendes Harz ist.

10. Freileitungskabel nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass das zur Tränkung verwendete Harz vollständig oder zumindest zum überwiegenden Teil aus Kolophonium besteht.

11. Freileitungskabel nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die im wesentlichen dehnungsfesten Kunstfasern aus einem Kunststoff, vorzugsweise aus einem organischen Polymeren, bestehen.

12. Freileitungskabel nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass der Kunststoff ein aromatisches Polyamid ist und die Fasern vorzugsweise eine Zugfestigkeit von mindestens 250 kg/mm², einen Elastizitätsmodul von mindestens 10 000 kg/mm² und eine Bruchdehnung unter 3% haben.

13. Freileitungskabel nach einem der Ansprü-

che 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Metalldrähte (4, 5; 14, 15; 25; 33) jeder Ader (2, 3; 12, 13; 22, 23; 33, 34) zur Achse der betreffenden Ader zentralsymmetrisch angeordnet sind.

14. Freileitungskabel nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass jede Ader (2, 3; 12, 13) mit einem zentralen Metalldraht (4; 14), dessen Achse mit der Achse der betreffenden Ader zusammenfällt, sowie mit drei äusseren Metalldrähten (5; 15) von gleichem Durchmesser wie dem des zentralen Metalldrahtes versehen ist, die im Winkelabstand von 120° um den zentralen Metalldraht herum angeordnet sind und an diesem anliegen.

15. Freileitungskabel nach den Ansprüchen 2 und 14, dadurch gekennzeichnet, dass jede Ader (2, 3) mit drei Faserbündeln (6) von mindestens annähernd gleichem Durchmesser wie dem der Metalldrähte (4, 5) versehen ist, die zwischen den drei äusseren Metalldrähten (5) angeordnet sind und ebenfalls an dem zentralen Metalldraht (4) anliegen.

16. Freileitungskabel nach den Ansprüchen 3, 8 und 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Ummantelung (17, 18) jeder Ader (12, 13) innen zylindrisch ist und einen Innendurchmesser vom Dreifachen des Durchmessers der Metalldrähte (14, 15) hat und jede Ader mit drei Faserbündeln (16) versehen ist, von denen jedes einen der drei jeweils von zwei äusseren Metalldrähten (5) und dem zentralen Metalldraht (4) sowie der Mantelinnenwand (20) umschlossenen Hohlräume voll ausfüllt.

17. Freileitungskabel nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass jede Ader (22, 23) mit drei Metalldrähten (25) gleichen Durchmessers versehen ist, deren Achsen von der Achse der betreffenden Ader einen Abstand vom Durchmesser der Metalldrähte haben und im Winkelabstand von 120° um die Achse der betreffenden Ader herum angeordnet sind.

18. Freileitungskabel nach den Ansprüchen 2 und 17, dadurch gekennzeichnet, dass jede Ader (22, 23) mit einem zentralen Faserbündel (24) von gleichem Durchmesser wie dem der Metalldrähte (25), dessen Achse mit der Achse der betreffenden Ader zusammenfällt, sowie mit drei äusseren Faserbündeln (26) von gleichem Durchmesser wie dem der Metalldrähte versehen ist, die zwischen den drei Metalldrähten angeordnet sind und an dem zentralen Faserbündel anliegen.

19. Freileitungskabel nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass jede Ader (33, 34) mit einem zentralen Faserbündel (36; 41), dessen Achse mit der Achse der betreffenden Ader zusammenfällt, sowie mit einer Vielzahl von um das zentrale Faserbündel herum angeordneten, an diesem anliegenden und vorzugsweise auch gegenseitig aneinandernliegenden Metalldrähten (35) versehen ist.

20. Freileitungskabel nach einem der Ansprüche 1 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass die Metalldrähte (4, 5; 14, 15; 25; 35) aus Kupferdraht, vorzugsweise aus verzinnem Kupferdraht, bestehen.

21. Freileitungskabel nach einem der Ansprüche 1 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass die Ummantelung (7, 8; 27, 28; 37, 38) jeder Ader (2, 3; 22, 23; 33, 34) mit ihrer Innenseite in Vertiefungen (10) an der Aussenseite der Adern eingreift und diese im wesentlichen voll ausfüllt.

22. Verwendung eines Freileitungskabels nach einem der Ansprüche 1 bis 21 als Telefonleitung.

Claims

1. Overhead cable with a plural number of separately covered and individually twisted cores, each of which comprising a plurality of metal wires provided for signal-transmission and tension-relief means extending substantially in longitudinal direction of the cable and being at least approximately inextensible, wherein the covering of each core is connected with the covering of another core of the cable by a bridge forming a one piece connection, characterized in that the tension-relief means are formed by one or several fiber bundles (6; 16; 24, 26; 31; 36; 41) consisting of substantially inextensible artificial fibers and running in parallel to the metal wires (4, 5; 14, 15; 25, 35) and being twisted together with them, the single fiber bundle or bundles respectively being formed with regard to their consistency and their cross-section form so and being arranged within the cores (2, 3; 12, 13; 22, 23; 33, 34) in such a manner that, in the single cores, the metal wires and fiber bundles enclosed by the respective covering (7, 8; 17, 18; 27, 28; 37, 38) mutually fix each other with respect to their position and that therewith transverse shiftings in direction to the core center of said, in consequence of said twisting, helically running artificial fibers or fiber bundles respectively caused by tensile loads on the cable (1; 11; 21; 32; 40) and resulting in extension of the cable under tensile load are excluded, so that each individual core and therewith also the cable is, in spite of said helically running of the artificial fibers or fiber bundles respectively, substantially inextensible.

2. Overhead cable according to claim 1, characterized in that the cross-section form of each fiber bundle (6; 26; 36) is substantially circular.

3. Overhead cable according to claim 1, characterized in that the cross-section form of each fiber bundle (16; 31; 41) is formed so that, in each core (12, 13), that part of the core-inner space enclosed by the covering (17, 18) of the core, which part is not occupied by the metal wires (14, 15), is completely filled by the whole of fiber bundles.

4. Overhead cable according to claim 2, characterized in that each fiber bundle (6; 24, 26; 36), for achieving said consistency and a circular cross-section form, is twisted in itself.

5. Overhead cable according to claim 4, characterized in that the fiber bundles consist of single-twisted artificial fibers.

6. Overhead cable according to claim 4, characterized in that the fiber bundles (6; 24, 26) consist of multiple-twisted, preferably double-twisted or twined, artificial fibers.

7. Overhead cable according to one of the claims 1 to 6, characterized in that each fiber bundle (16; 31; 41) and/or each core in its entirety, for achieving said consistency and an invariable cross-section form of the fiber bundles or cores respectively, is impregnated with resin.

8. Overhead cable according to one of the claims 1 to 3 and claim 7, characterized in that each fiber bundle (16; 31; 41) consists of artificial fibers arranged in a bunch-like form in parallel to each other.

9. Overhead cable according to claim 7 or 8, characterized in that the resin used for impregnation is a resin desintegrating into powder with compressive and/or bending stresses exceeding its ultimate strength.

10. Overhead cable according to one of the claims 7 to 9, characterized in that the resin used for impregnation consists completely or at least for the predominant part of colophony.

11. Overhead cable according to one of the claims 1 to 10, characterized in that the substantially inextensible artificial fibers consist of a synthetic, preferably of an organic polymer.

12. Overhead cable according to claim 11, characterized in that the synthetic is an aromatic polyamide and, preferably, the fibers have a tensile strength of at least 250 kg/mm², an elasticity module of at least 10 000 kg/mm² and an elongation at rupture of less than 3%.

13. Overhead cable according to one of the claims 1 to 12, characterized in that the metal wires (4, 5; 14, 15; 25; 33) of each core (2, 3; 12, 13; 22, 23; 33, 34) are arranged central-symmetrically to the axis of the respective core.

14. Overhead cable according to claim 13, characterized in that each core (2, 3; 12, 13) is provided with a central metal wire (4; 14), the axis of which coincides with the axis of the respective core, and with three outer metal wires (5; 15) of equal diameter as that of the central metal wire, which are arranged around the central metal wire in an angular distance of 120° and border on the same.

15. Overhead cable according to claims 2 and 14, characterized in that each core (2, 3) is provided with three fiber bundles (6) of at least approximately equal diameter as that of the metal wires, which are arranged between the three outer metal wires (5) and border likewise on the central metal wire (4).

16. Overhead cable according to claims 3, 8 and 14, characterized in that the covering (17, 18) of each core (12, 13) is cylindrical on its inner side and has an inner diameter of three times the diameter of the metal wires (14, 15) and each core is provided with three fiber bundles (16), each of which fills completely one of the three hollow spaces, each of these three hollow spaces being enclosed by two outer metal wires (5) and the central metal wire (4) and the inner wall (20) of the covering.

17. Overhead cable according to claim 13, characterized in that each core (22, 23) is provided with three metal wires (25) of equal diame-

ter, the axes of which have a distance of the diameter of the metal wires from the axis of the respective core and are positioned in an angular distance of 120° around the axis of the respective core.

18. Overhead cable according to claims 2 and 17, characterized in that each core (22, 23) is provided with a central fiber bundle (24) of equal diameter as that of the metal wires (25), the axis of which coincides with the axis of the respective core, and with three outer fiber bundles (26) of equal diameter as that of the metal wires, which are arranged between the three metal wires and border on the central fiber bundle.

19. Overhead cable according to claim 13, characterized in that each core (33, 34) is provided with one central fiber bundle (36; 41), the axis of which coincides with the axis of the respective core, and with a plurality of metal wires (35) arranged around the central fiber bundle and bordering on that and preferably bordering also on each other.

20. Overhead cable according to one of the claims 1 to 19, characterized in that the metal wires (4, 5; 14, 15; 25; 35) consist of copper wire, preferably of tinned copper wire.

21. Overhead cable according to one of the claims 1 to 20, characterized in that the covering (7, 8; 27, 28; 37, 38) of each core (2, 3; 22, 23; 33, 34) engages, by its inner side, in deepenings (10) at the outer side of the core and fills substantially completely these deepenings.

22. The use of an overhead cable according to one of the claims 1 to 21 as telephone line.

Revendications

1. Câble de ligne aérienne à plusieurs conducteurs isolés, gainés individuellement et câblés en soi, dont chacun comprend une pluralité de fils métalliques prévus pour la transmission de signaux ainsi que des moyens de décharge de traction au moins approximativement inextensibles s'étendant sensiblement en direction longitudinale du câble, auquel cas le gainage de chaque conducteur isolé est relié en une seule pièce par un pont au gainage d'un autre conducteur isolé du câble, caractérisé en ce que les moyens de décharge de traction sont constitués par un ou plusieurs faisceaux de fibres (6; 16; 24; 26; 31; 36; 41) en fibres synthétiques sensiblement inextensibles, s'étendant parallèlement aux fils métalliques (4, 5; 14, 15; 25, 35) et câblés avec ceux-ci et le ou les divers faisceaux de fibres sont réalisés de telle façon, dans leurs consistance et forme de section transversale et disposés de telle manière à l'intérieur des conducteurs isolés (2, 3; 12, 13; 22, 23; 33, 34), que, dans les divers conducteurs isolés, les fils métalliques et faisceaux de fibres, enveloppés par le gainage associé (7, 8; 17, 18; 27, 28; 37, 38), se fixent mutuellement dans leur position et, ainsi, des déplacements transversaux, en direction du centre des conducteurs isolés, des fibres synthétiques et faisceaux de fibres

s'étendant hélicoïdalement en raison du câblage, causés par des charges de traction du câble (1; 11; 21; 30; 32; 40) et conduisant à l'allongement du câble sous charge de traction, sont exclus, de sorte que chaque conducteur isolé individuel et, par suite aussi, le câble sont sensiblement inextensibles malgré l'allure hélicoïdale des fibres synthétiques et faisceaux de fibres.

2. Câble de ligne aérienne selon la revendication 1, caractérisé en ce que la forme de section transversale de chaque faisceau de fibres (6; 26; 36) est sensiblement circulaire.

3. Câble de ligne aérienne selon la revendication 1, caractérisé en ce que la forme de section transversale de chaque faisceau de fibres (16; 31; 41) est réalisée de telle façon que, dans chaque conducteur isolé (12, 13), la partie de la cavité entourée par le gainage (17, 18) du conducteur isolé, qui n'est pas occupée par les fils métalliques (14, 15), est complètement remplie par la totalité des faisceaux de fibres.

4. Câble de ligne aérienne selon la revendication 2, caractérisé en ce que chaque faisceau de fibres (6; 24, 26; 36) est câblé en soi pour l'obtention de la consistance mentionnée et d'une forme de section transversale circulaire.

5. Câble de ligne aérienne selon la revendication 4, caractérisé en ce que les faisceaux de fibres consistent en des fibres synthétiques simplement toronnées.

6. Câble de ligne aérienne selon la revendication 4, caractérisé en ce que les faisceaux de fibres (6; 24, 26) consistent en des fibres synthétiques plusieurs fois toronnées, de préférence doublement toronnées ou retordues.

7. Câble de ligne aérienne selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que chaque faisceau de fibres (16; 31; 41) et/ou chaque conducteur isolé est imprégné à la résine dans sa totalité pour l'obtention de la consistance mentionnée et d'une forme de section transversale invariable du faisceau de fibres ou du conducteur isolé.

8. Câble de ligne aérienne selon l'une des revendications 1 à 3 et la revendication 7, caractérisé en ce que chaque faisceau de fibres (16; 31; 41) consiste en des fibres synthétiques disposées en écheveau parallèlement les unes aux autres.

9. Câble de ligne aérienne selon la revendication 7 ou 8, caractérisé en ce que la résine, employée pour l'imprégnation, est une résine se désagrégeant en poudre lors d'une sollicitation en pression et/ou en flexion au-delà de sa limite de rupture.

10. Câble de ligne aérienne selon l'une des revendications 7 à 9, caractérisé en ce que la résine, utilisée pour l'imprégnation, consiste, entièrement ou au moins pour une partie prépondérante, en colophane.

11. Câble de ligne aérienne selon l'une des revendications 1 à 10, caractérisé en ce que les fibres synthétiques sensiblement inextensibles consistent en une matière synthétique, de préférence en un polymère organique.

12. Câble de ligne aérienne selon la revendica-

tion 11, caractérisé en ce que la matière synthétique est un polyamide aromatique et les fibres ont de préférence une résistance à la traction d'au moins 250 kg/mm², un module d'élasticité d'au moins 10 000 kg/mm² et un allongement à la rupture inférieur à 3%.

13. Câble de ligne aérienne selon l'une des revendications 1 à 12, caractérisé en ce que les fils métalliques (4, 5; 14, 15; 25; 33) de chaque conducteur isolé (2, 3; 12, 13; 22, 23; 33, 34) sont disposés de façon centralement symétrique par rapport à l'axe du conducteur isolé concerné.

14. Câble de ligne aérienne selon la revendication 13, caractérisé en ce que chaque conducteur isolé (2, 3; 12, 13) est pourvu d'un fil métallique (4; 14) dont l'axe coïncide avec l'axe du conducteur isolé concerné ainsi que de trois fils métalliques extérieurs (5; 15) de même diamètre que celui du fil métallique central, lesquels sont disposés suivant un espacement angulaire de 120° autour du fil métallique central et s'appliquent contre celui-ci.

15. Câble de ligne aérienne selon les revendications 2 et 14, caractérisé en ce que chaque conducteur isolé (2, 3) est pourvu de trois faisceaux de fibres (6) d'au moins approximativement le même diamètre que celui des fils métalliques (4, 5), lesquels sont disposés entre les trois fils métalliques externes (5) et s'appliquent également contre le fil métallique central (4).

16. Câble de ligne aérienne selon les revendications 3, 8 et 14, caractérisé en ce que le gainage (17, 18) de chaque conducteur isolé (12, 13) est cylindrique intérieurement et a un diamètre intérieur triple du diamètre des fils métalliques (14, 15) et chaque conducteur isolé est pourvu de trois faisceaux de fibres (16) dont chacun remplit complètement l'une des trois cavités entourées respectivement par les deux fils métalliques extérieurs (5) et par le fil métallique central (4) ainsi que par la paroi intérieure de gaine (20).

17. Câble de ligne aérienne selon la revendication 13, caractérisé en ce que chaque conducteur isolé (22, 23) est pourvu de trois fils métalliques (25) de même diamètre, dont les axes sont à une distance, de l'axe du conducteur isolé concerné, égale au diamètre des fils métalliques et sont disposés selon un espacement angulaire de 120° autour de l'axe du conducteur isolé concerné.

18. Câble de ligne aérienne selon les revendications 2 et 17, caractérisé en ce que chaque conducteur isolé (22, 23) est pourvu d'un faisceau de fibres central (24) de même diamètre que celui des fils métalliques (25) et dont l'axe coïncide avec l'axe du conducteur isolé concerné, ainsi que de trois faisceaux de fibres extérieurs (26) de même diamètre que celui des fils métalliques, lesquels sont disposés entre les trois fils métalliques et s'appliquent contre le faisceau de fibres central.

19. Câble de ligne aérienne selon la revendication 13, caractérisé en ce que chaque conducteur isolé (33, 34) est pourvu d'un faisceau de fibres central (36; 41) dont l'axe coïncide avec l'axe du conducteur isolé concerné ainsi que d'une plura-

lité de fils métalliques (35) disposés autour du faisceau de fibres central et s'appliquant contre celui-ci et de préférence s'appliquant aussi mutuellement les uns contre les autres.

20. Câble de ligne aérienne selon l'une des revendications 1 à 19, caractérisé en ce que les fils métalliques (4, 5; 14, 15; 25; 35) consistent en fil de cuivre, de préférence en fil de cuivre étamé.

21. Câble de ligne aérienne selon l'une des re-

vendications 1 à 20, caractérisé en ce que le gainage (7, 8; 27, 28; 37, 38) de chaque conducteur isolé (2, 3; 22, 23; 33, 34) pénètre, par sa face interne, dans des creux (10) sur la face externe des conducteurs isolés et remplit ceux-ci sensiblement complètement.

22. Utilisation d'un câble de ligne aérienne selon l'une des revendications 1 à 21 comme ligne téléphonique.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

12

