

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: 81110134.4

51 Int. Cl.³: **H 01 B 7/18**

22 Anmeldetag: 04.12.81

30 Priorität: 19.12.80 CH 9374/80

71 Anmelder: **Kupferdraht-Isolierwerk AG Wildegg**,
Hornmattstrasse 206, CH-5103 Wildegg (CH)

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung: 30.06.82
Patentblatt 82/26

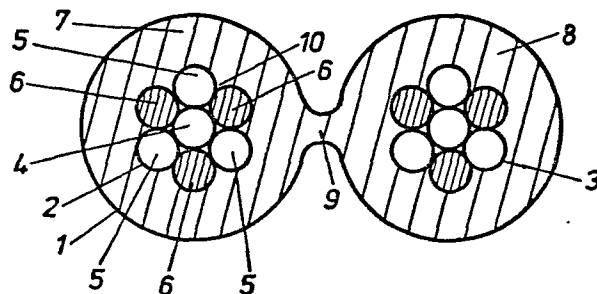
72 Erfinder: **Voser, Othmar**, Höhenweg 18, CH-5115 Möriken
(CH)

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

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

54 Freileitungskabel mit Zugentlastungsmitteln.

57 Bei den bekannten Telefonfreileitungskabeln mit zwei einzeln ummantelten, in sich verseilten Adern aus je mehreren zur Signalübertragung vorgesehenen Kupferdrähten sowie als Zugentlastungsmittel dienenden Stahldrähten besteht das Problem einer relativ starken Korrosionsanfälligkeit an Undichtigkeitsstellen der Adermäntel, an denen zunächst Wasser eindringt, das dann zur Lokalelementbildung und damit schließlich zum Korrosionsbruch der Ader führt. Das Problem ließ sich auch durch Verzinnen der Kupfer- und Stahldrähte nicht vollständig beheben. Zur Lösung dieses Problems werden anstelle der Stahldrähte Faserbündel aus dehnungsfesten Kunstfasern wie z. B. aromatischen Polyamidfasern eingesetzt. Dabei kann aber dann das Problem auftreten, daß sich die wegen der Verseilung wellenförmig verlaufenden Kunstfasern bzw. Faserbündel bei Zugbelastung des Kabels in Richtung auf das Aderzentrum verschieben und dadurch die Dehnungsfestigkeit des Kabels verlorenght. Das wird dadurch verhindert, daß sich Kupferdrähte und Faserbündel gegenseitig in ihrer Lage fixieren. Die hierfür erforderliche Konsistenz der Faserbündel ist z. B. durch Verseilung oder Verzwirnung der Fasern des Bündels erreichbar.



-1-

Kupferdraht-Isolierwerk AG Wildegg CH-5103 Wildegg

Freileitungskabel mit Zugentlastungsmitteln

Die Erfindung bezieht sich auf ein Freileitungskabel mit einer Anzahl von 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.

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 verzinnem 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,

- 4 -

der mit ausschliesslich aus verzinnnten Kupferdrähten bestehenden Adern nahezu erreicht wird, liess sich jedenfalls mit aus verzinnnten Kupferdrähten und verzinnnten 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 nichtmetallischer Materialien für die Zugentlastungsmittel fällt natürlich das bei der Verwendung von Stahldrähten auftretende Problem der erhöhten Korrosionsanfälligkeit weg. Die bei diesen bekannten Kabeln 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 Bie-

gung eine Streckung der an der Aussenseite der Biegungsstelle gelegenen Fasern bedingen, der sich die hochfesten Fasern aufgrund ihrer Dehnungsfestigkeit 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 genannten 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,

- 6 -

wenn die Drähte die Möglichkeit hätten, von ihrem wendelförmigen Verlauf in einen 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 Fasern 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 Faserbündel 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

-7-

Fälle 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 blosse Ersatz der Stahldrähte bei dem eingangs genannten bekannten Freileitungskabel durch aus Kunstfasern bestehende Faserbündel würde also zur Folge haben, dass die Dehnungsfestigkeit der Freileitungskabel verlorenginge, und da die Dehnungsfestigkeit eine der

-8-

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 Ueberwindung 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,

- 9 -

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 Kupferdrähten 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 glei-

chen 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. verzwirnten 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 Anord-

nung der Kunstfasern in den einzelnen Faserbündeln 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 keisförmig 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 Ueberbeanspruchungen 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 Ueberbeanspruchung 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 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/mm^2 , einen Elastizitätsmodul von mindestens 10000 kg/mm^2 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 aufweisenden Faserbündel zweckmässig in sich verseilt, 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 zentralzsymmetrischen 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 anderhalbfachen 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 Aussenseite 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 strang-

artig 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 verzinnten 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 13400 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 allgemein als Aramidfasern bezeichnet. Die Adern 2 und 3 sind mit einer Schlaglänge vom 10- bis 15-fachen des Aderdurchmessers bzw. vom 30- bis 45-fachen 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 me-

chanischen 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 die 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 verzinnte Stahldrähte und anstelle der Faserbündel 6 verzinnte 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

bels 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 $+40^{\circ}\text{C}$ 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 verzwirnten 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 Faserbündel 6 erreichen, jedoch sind solche hohe Vorspannungen deswegen nicht erwünscht, weil sich dies ungünstig auf die Biegesteifigkeitseigenschaften des Kabels auswirken würde und die wesentlich

besseren Biegungssteifigkeitseigenschaften 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 verzinnzte 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 verzwirnten 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 Ueberbeanspruchungen 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 Biegungssteifigkeit 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 Biegungssteifigkeit 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 Figuren 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 verzwirnt 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 Ueberbeanspruchungen 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 Figuren 5 und 6 im Querschnitt gezeigten Freileitungskabel 32 und 40 haben gegenüber den Kabeln in den

Figuren 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 Figuren 1 bis 4 im wesentlichen überein. Bei den Kabeln in den Figuren 5 und 6 ist die bei den Kabeln in den Figuren 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 Kupferdräht 4,5 bzw. 14,15 bzw. 25 bei den Kabeln in den Figuren 1 bis 4 umgeben, deren Gesamtkupferquerschnitt dem Gesamtkupferquerschnitt der Kupferdrähte bei den Kabeln in den Figuren 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 Figuren 1 und 2. Die Schlaglänge der Verseilung der Adern 33 und 34 entspricht etwa der Schlaglänge bei den Kabeln in den Figuren 1 bis 4. Die Adern 33 und 34 sind ebenso wie bei den Kabeln in den Figuren 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 verzwirn-

ten 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 Figuren 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 wesentlich 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.

Der Vertreter:
PATENTANWALT
DIPL. ING. W. STEUDTNER



P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Freileitungskabel mit einer Anzahl von einzeln ummantelten, in sich verseilten Adern, von denen jede eine Anzahl von zur Signalübertragung vorgesehenen Metalldrähten sowie sich im wesentlichen in Kabellängsrichtung erstreckende, mindestens annähernd dehnungsfeste Zugentlastungsmittel umfasst, 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 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 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.

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 einer hinreichenden Konsistenz und einer auch bei Zugbelastungen des Kabels (1;21;32) im wesentlichen unveränderlichen 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 einer hinreichenden Konsistenz und damit einer auch bei Zugbelastungen des Kabels (11;30;40) im wesentlichen unveränderlichen Querschnittsform der Faserbündel bzw. Adern oder zur Erhöhung dieser Konsistenz harzgetränkt ist.

8. Freileitungskabel nach einem der Ansprüche 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 natürlichem Harz besteht und das natürliche Harz vorzugsweise Kolophonium ist.

11. Freileitungskabel nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die 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/mm^2 , einen Elastizitätsmodul von mindestens 10000 kg/mm^2 und eine Bruchdehnung unter 3% haben.

13. Freileitungskabel nach einem der Ansprüche 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 andert-

halbfachen des Durchmessers der Metalldrähte haben und die 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 aneinander anliegenden 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 verzinntem 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. Freileitungskabel nach einem der Ansprüche 1 bis 21, dadurch gekennzeichnet, dass die Ummantelungen (7,8;17,18;27,28;37,38) der einzelnen Adern (2,3;12,13;22,23;33,34) des Kabels (1;11;21;30;32;40) durch Brücken (9;19;29;39) zwischen denselben einstückig miteinander verbunden sind.

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

Der Vertreter:
PATENTANWALT
DIPL. ING. W. STEUDTNER



