



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
23.03.2011 Patentblatt 2011/12

(51) Int Cl.:
H01B 7/18 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **10009704.7**

(22) Anmeldetag: **16.09.2010**

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

(30) Priorität: **16.09.2009 DE 102009041739**

(71) Anmelder: **LEONI Kabel Holding GmbH**
90402 Nürnberg (DE)

(72) Erfinder:
• **Kalb, Helmut**
91166 Georgensgmünd (DE)
• **Schill, Markus**
80689 München (DE)
• **Walheim, Hubert**
90459 Nürnberg (DE)

(74) Vertreter: **FDST Patentanwälte**
Nordostpark 16
90411 Nürnberg (DE)

(54) **Elektrische Leitung**

(57) Die elektrische Leitung (2), insbesondere Signalleitung weist einen elektrischen Leiter (4) und einen diesen umgebenden Isolationsmantel (8) auf. Die Leitung ist für eine vorgegebene Zugbeanspruchung ausgelegt, die zumindest teilweise von dem Isolationsmantel

(8) übernommen wird. Dieser ist hierzu als faserververstärkter Kunststoff mit in einer Kunststoffmatrix (12) eingebetteten Kurzfasern (10) ausgebildet. Hierdurch kann der Nennquerschnitt des Leiters (4) reduziert werden und der Leiter (4) wird vorzugsweise lediglich im Hinblick auf die elektrischen Anforderungen ausgelegt.

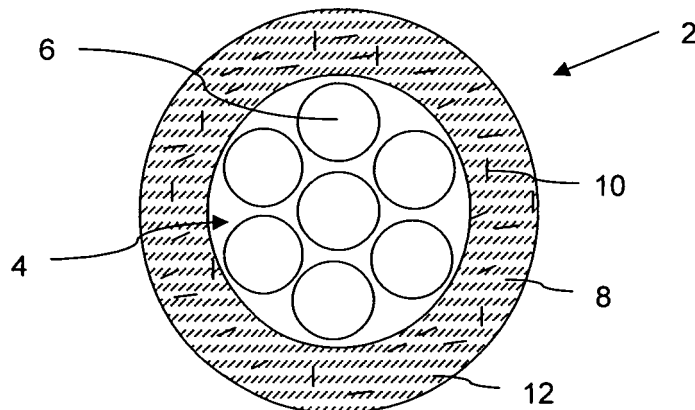


FIG 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine elektrische Leitung, insbesondere Signalleitung.

[0002] Elektrische Leitungen, wie beispielsweise Signalleitungen, die lediglich für den Transport von geringen Strömen, beispielsweise bis maximal 1 A und bei Signalleitungen bis maximal 0,5 A ausgelegt sind, werden in vielfältigen Bereichen eingesetzt, u.a. auch in der Kraftfahrzeugindustrie.

[0003] Aufgrund von Umweltgesichtspunkten werden speziell in der Kraftfahrzeugindustrie gewichtsreduzierte Kabel und Leitungen entwickelt, um durch die Gewichtsersparnis letztendlich Kraftstoff einsparen zu können. Hierzu werden heute beispielsweise so genannte Außendurchmesser-reduzierte Fahrzeugleitungen eingesetzt, die als FLRY-Leitungen bezeichnet werden. FLRY-Leitungen sind beispielsweise in der DIN 72551 (Teil 5 und 6) oder der ISO 6722 (Klasse A und B) beschrieben. Bei diesen FLRY-Leitungen ist insbesondere die Dicke der Isolierung reduziert. Weiterhin wurden in den vergangenen Jahren die Nennquerschnitte der elektrischen Leiter reduziert. Für Signalleitungen liegen heute die typischen Nennquerschnitte bei etwa 0,35 mm².

[0004] Selbst dieser im Vergleich zu früheren Querschnitten geringe Querschnitt ist im Hinblick auf die elektrische Anforderung noch deutlich überdimensioniert, d.h. die so genannte Stromtragfähigkeit derartiger Signalleitungen ist deutlich größer als erforderlich. Sie sind also prinzipiell für höhere Ströme geeignet, obwohl dies gar nicht erforderlich ist. Allerdings bestimmen die Anforderungen an die mechanische Stabilität sowie an Verarbeitungseigenschaften, beispielsweise bei der Verlegung, den letztendlich gewählten Nennquerschnitt.

[0005] Eine Reduzierung des Nennquerschnitts ist auch aus Kostengesichtspunkten aufgrund des in den letzten Jahren deutlich gestiegenen Preises für Kupfer, dem typischen Leitermaterial, von Interesse.

[0006] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine elektrische Leitung, insbesondere Signalleitung, anzugeben, die im Vergleich zu den heute üblichen Leitungen, insbesondere den so genannten FLRY-Leitungen, bei gleicher oder verbesserter mechanischer Belastbarkeit einen reduzierten Leiterquerschnitt aufweisen.

[0007] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch eine elektrische Leitung, insbesondere Signalleitung, mit einem elektrischen Leiter und einen diesen umgebenden Isolationsmantel, wobei der Mantel aus einem faserverstärkten Kunststoff besteht und der Kunststoff hierzu eine Matrix bildet, in der einzelweise und verteilt Kurzfasern eingebettet sind. Der Leiter, vorzugsweise ein mehradriger Litzen Draht, insbesondere aus Kupfer, ist dabei unmittelbar vom faserverstärkten Isolationsmantel umgeben. Weitere Lagen oder ein zusätzlicher Kabelmantel sind üblicherweise nicht vorgesehen.

[0008] Die Leitung ist üblicherweise für eine vorgegebene Zugbeanspruchung ausgelegt, muss also eine vorgegebene Zugkraft aufnehmen können, die beispielsweise

se beim Verlegen der Leitung auftreten kann.

[0009] Unter Kurzfasern werden hierbei solche Fasern verstanden, die als einzelne diskrete kurze Stücke vorzugsweise homogen verteilt in der Matrix angeordnet sind. Die Kurzfasern weisen hierbei Längen bis maximal 5 mm auf.

[0010] Durch die Faserverstärkung des Isolationsmantels übernimmt dieser eine mechanische Aufgabe und weist im Vergleich zu nicht faserverstärkten Isolationsmänteln bei bisherigen Signalleitungen eine deutlich höhere Zugfestigkeit auf. Hierdurch besteht die Möglichkeit, den Querschnitt des Leiters zu reduzieren, da die mechanischen Anforderungen quasi auf den Leiter und den Isolationsmantel aufgeteilt werden. Durch diese Maßnahme wird der Nennquerschnitt des Leiters vorzugsweise um den Faktor 1,5 bis 3, teilweise darüber, im Vergleich zu bisherigen Leitungen, insbesondere so genannte FLRY-Leitungen, reduziert. So wird beispielsweise der Nennquerschnitt einer herkömmlichen FLRY 0,35-Leitung (also mit Nennquerschnitt von 0,35 mm²) auf etwa 0,15 mm² reduziert. Die hier beschriebene Signalleitung weist daher allgemein im Vergleich zu einer Leitung mit bis auf die Verwendung des faserverstärkten Kunststoffes gleichen Aufbau, insbesondere eine FLRY-Leitung z.B. gemäß DIN oder ISO-Norm, bei gleicher oder verbesserter mechanischer (Zug-) Belastung einen um den Faktor 1,5 bis 3 reduzierten Nennquerschnitt auf.

[0011] Von besonderer Bedeutung für die Übernahme von Zugkräften durch den faserverstärkten Isolationsmantel ist das spezielle Spannungs-Dehnungs-Verhalten des faserverstärkten Materials des Isolationsmantels. Entscheidend ist hierbei, dass das faserverstärkte Isolationsmaterial bereits bei einer relevanten (geringen) Dehnung, die die elektrische Leitung bei einer Zugbeanspruchung zeigt, eine ausreichende Zugspannung aufweist. Der relevante Dehnungsbereich liegt hierbei typischerweise unter 10% Dehnung und beispielsweise im Bereich von etwa 4% Dehnung. D.h. der Isolationsmantel weist die geforderte Zugfestigkeit bereits bei diesen Dehnungswerten von <10% und insbesondere bei etwa 4% auf.

[0012] Durch das Einbringen der Kurzfasern in einen geeigneten Kunststoff für den Isolationsmantel zeigt das faserverstärkte Material üblicherweise eine spezielle Charakteristik im Spannungs-Dehnungs-Verlauf mit einem zunächst steilen Anstieg im Dehnungsbereich von wenigen % bis typischerweise ein zumindest lokales Maximum im relevanten Dehnungsbereich erreicht wird.

[0013] Als Leiter wird üblicherweise ein Litzenleiter aus mehreren Einzeldrähten eingesetzt. Für die geringen Ströme bis etwa maximal 1 A werden üblicherweise Litzenleiter mit 7 oder 19 Einzeldrähten (mehradriger Leiter) eingesetzt. Alternativ können auch Massivleiter (einadriger Leiter) eingesetzt werden. Die Leiter weisen bei heutigen Leitungen einen Nennquerschnitt typischerweise von etwa 0,35 mm², 0,5 mm² oder 0,75 mm² auf.

[0014] Gemäß einer zweckdienlichen Weiterbildung ist der Nennquerschnitt des Leiters bei einer vorgegebenen

nen Soll-Stromstärke, für die die Leitung ausgelegt ist, an das für die elektrische Leitfähigkeit erforderliche Maß angepasst. Dies bedeutet, dass der Nennquerschnitt durch die elektrischen Anforderungen bestimmt und zugleich auch festgelegt ist, dass also der Nennquerschnitt nicht größer gewählt wird als aufgrund der elektrischen Anforderungen notwendig ist. Der Nennquerschnitt ist hierbei insbesondere abhängig von der Leitfähigkeit des Leiters und damit maßgebend von der Materialwahl sowie von der Stromstärke und Spannung, für die der Leiter im Einsatz vorgesehen ist.

[0015] Die Kurzfasern weisen zweckdienlicherweise eine Länge im Bereich von maximal einigen Millimetern, vorzugsweise maximal 10 mm und insbesondere maximal 2 mm auf. Der Durchmesser der Fasern liegt typischerweise im Bereich von einigen 1 µm bis wenige 100 µm. Derartige Kurzfasern lassen sich herstellungstechnisch einfach verarbeiten.

[0016] Zweckdienlicherweise wird der Isolationsmantel durch Extrusion einer Kunststoffmasse erzeugt, in der die Kurzfasern bereits vor der Extrusion enthalten sind. Der Isolationsmantel schmiegt sich daher unmittelbar an den elektrischen Leiter an. Aufgrund der Extrusion weisen die Fasern in Längsrichtung der Leitung in zweckdienlicher Ausgestaltung eine Vorzugsrichtung auf. Durch diese Zwangsorientierung zumindest eines Großteils der Fasern wird die Zugfestigkeit in Längsrichtung der Leitung positiv beeinflusst.

[0017] Vorzugsweise liegt der Anteil der Fasern im Bereich von 0,5 Vol.% bis maximal 10 Vol.% vorzugsweise bis maximal etwa 5 Vol.% bezogen auf das Gesamtvolumen des Isolationsmaterials. Damit lässt sich eine gute Zugfestigkeit bei weiterhin guten Isolationseigenschaften erreichen.

[0018] Als Fasermaterial werden vorzugsweise Glasfasern mit Durchmesser im µm-Bereich eingesetzt. Daneben können auch weitere Fasern, wie beispielsweise Polymerfasern, Zellulosefasern, Kohlefasern, etc. vorgesehen sein. Bei Verwendung von Glasfasern liegt deren Anteil beispielsweise vorzugsweise in einem Bereich von ca. 0,5 bis 10 Vol.%.

[0019] Vorzugsweise übernimmt der Isolationsmantel einen Bereich von 20 bis 80 % und insbesondere mehr als 40 % der vorgegebenen Zugbeanspruchung, d.h. er ist für die Aufnahme eines vergleichsweise großen Anteils an der vorgegebenen Zugbeanspruchung ausgelegt. Vorzugsweise übernimmt der Isolationsmantel einen größeren Anteil als der elektrische Leiter. Die verbleibende restliche Zugbeanspruchung trägt der elektrische Leiter selbst. Die vorgegebene Zugbeanspruchung liegt hierbei beispielsweise bis zu 500 N und insbesondere bei etwa lediglich 70 N, d.h. die Leitung muss einer Zugkraft von maximal 500 N bzw. maximal 50 - 100 N standhalten können. Dies bedeutet, sie darf bei einer derartigen Zugbeanspruchung - mit den entsprechenden Sicherheitstoleranzen - keine mechanische Schädigung erfahren. Die Leitung verformt sich daher im Wesentlichen elastisch, lediglich eine geringe plastische Verfor-

mung ist zulässig. Diese hohe mechanische Zugfestigkeit zeigt der Isolationsmantel dabei bereits insbesondere im relevanten Dehnungsbereich von kleiner 10% Dehnung.

[0020] Die Leitung für geringe Ströme zeigt typischerweise weiterhin zumindest eine Anzahl der folgende Merkmale vorzugsweise alle Merkmale in Kombination:

- Die Leitung ist für einen Strom kleiner 1A und vorzugsweise als Signalleitung für einen Signalstrom kleiner 0,5 A ausgelegt;
- der Nennquerschnitt des Leiters beträgt maximal 2 mm² und liegt vorzugsweise unter 1 mm², bei der Verwendung für Signalleitungen und Kupfer als Leitermaterial liegt er vorzugsweise im Bereich von unter 0,25 mm²;
- der Außendurchmesser der Leitung beträgt maximal 1 bis 4 mm und liegt vorzugsweise bei maximal 1 bis 2 mm. Je nach Anwendungsfall kann hierbei vorgesehen sein, dass zusammen mit der Reduzierung des Leiterquerschnitts auch der Gesamt-Außenquerschnitt reduziert wird. Alternativ kann jedoch auch der Außenquerschnitt beibehalten werden, beispielsweise für den Einsatz bei Durchführungen mit definierten Öffnungsdurchmessern, um den Außendurchmesser also an vorgegebene Loch-Geometrien anzupassen. In diesem Fall wird dann die Reduzierung des Leiterquerschnitts durch eine größere Wanddicke des Isolationsmantels kompensiert;
- die Wanddicke des Isolationsmantels liegt im Bereich typischerweise bis maximal 0,7 mm und vorzugsweise bei lediglich 0,2 bis 0,3 mm;
- als Kunststoffmaterial wird ein extrudiertes Material, insbesondere ein PVC, verwendet. Bevorzugt werden derartige Isolationsmaterialien eingesetzt, die neben den Fasern keine hohen Anteile weiterer Füllstoffe, insbesondere mineralische Füllstoffe, wie beispielsweise Flammenschutzmittel, enthalten. Dadurch ist der Füllstoffgehalt, d.h. der Anteil der in der Kunststoff-Matrix eingebetteten Fasern, Partikel und sonstiger Stoffe, gering gehalten, um die Isolationseigenschaften nicht negativ zu beeinflussen.

[0021] Als Leitermaterial wird vorzugsweise Kupfer eingesetzt. Alternativ hierzu können auch andere Leitermaterialien eingesetzt werden, insbesondere solche mit gegenüber Kupfer erhöhter Zugfestigkeit.

[0022] Die Aufgabe wird gemäß der Erfindung weiterhin gelöst durch ein Verfahren gemäß Anspruch 11, wonach vorgesehen ist, dass bei der Auslegung einer elektrischen Leitung der Nennquerschnitt des Leiters gegenüber einer vergleichbaren Leitung ohne faserverstärkten Kunststoff reduziert ist, unter Berücksichtigung, dass zumindest ein Teil einer vorgegebenen Zugbelastung durch den faserverstärkten Kunststoff übernommen wird. Unter vergleichbarer Leitung wird hierbei verstanden, dass die beiden Leitungen für vergleichbare, insbesondere gleiche mechanische (Zug-)belastungen aus-

gelegt sind und einen bezüglich ihrer Architektur / Struktur gleichen Aufbau zeigen. Die Leitung unterscheidet sich von der vergleichbaren Leitung insbesondere lediglich durch den Isolationsmantel (faserverstärkt) und durch den verringerten Leiter- und vorzugsweise auch Leitungsdurchmesser.

[0023] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird anhand der Figuren näher erläutert.

Fig. 1 zeigt eine vereinfachte, schematische Querschnittsdarstellung einer Leitung, insbesondere einer Signalleitung und

Fig. 2 zeigt ein beispielhaftes Zugkraft-Dehnungs-Diagramm.

[0024] Eine elektrische Leitung 2 umfasst im Ausführungsbeispiel gemäß Figur 1 einen elektrischen Litzenleiter 4, der aus insgesamt sieben Einzeldrähten 6 gebildet ist. Die Einzeldrähte 6 sind hierzu miteinander verseilt und bestehen beispielsweise aus Kupfer. Der Litzenleiter 4 ist von einem Isolationsmantel 8 umgeben, in dem - hier nur stark vereinfacht und schematisch dargestellt - Kurzfasern 10 in einer Kunststoffmatrix 12 eingebettet sind. Falls eine glatte Außenoberfläche ohne Faseranteil gewünscht oder erforderlich ist, so ist vorzugsweise um den Isolationsmantel 8 herum eine faserfreie Kunststoffhaut vorgesehen oder ein zusätzlicher Mantel. Die Leitung wird vorzugsweise in der in der Figur dargestellten Variante als Einzel-Rundleitung ohne weitere Elemente, wie beispielsweise zusätzliche Zugentlastungsfäden, etc. ausgebildet. Die dargestellte Signalleitung wird innerhalb eines Kraftfahrzeug-Bordnetzes beispielsweise gemeinsam mit weiteren Leitungen verlegt.

[0025] Alternativ können bereits mehrere dieser Leitungen vorkonfektioniert von einem gemeinsamen Schutzmantel umgeben sein.

[0026] Die hier beschriebene Leitung 2 mit dem durch die eingebetteten Kurzfasern 10 verstärkten Isolationsmantel weist im Vergleich zu den bisherigen derartigen Leitungen ohne faserverstärkten Isolationsmantel mehrere Vorteile auf. So kann weiterhin das im Hinblick auf die elektrischen Eigenschaften besonders geeignete Kupfer mit seiner guten Leitfähigkeit eingesetzt werden. Durch die Reduzierung des Nennquerschnitts auf das für die elektrischen Eigenschaften erforderliche Maß ist zugleich eine deutliche Kostenreduzierung erzielt. Die mechanische Funktion der Zugfestigkeit wird nämlich von dem teuren Kupfermaterial auf den vergleichsweise günstigen faserverstärkten Kunststoff übertragen. Weiterhin kann die Leitung mit den üblichen Verfahren hergestellt und verarbeitet werden. Sowohl das Extrusionsverfahren ist problemlos mit den Fasern möglich. Auch die Verlegung der Leitung, das Anschließen von Steckern, etc. erfordert keine neuen Prozesstechnologien, da lediglich die Leiterquerschnitte reduziert sind. Es sind daher auch keine Probleme aufgrund eines Technologiewechsels beispielsweise bei der Kontaktierung, wie z.B. Korrosion, etc. zu erwarten. Da beim Anschließen eines

Kontaktelements beispielsweise über eine Crimp-Verbindung diese auch am Isolationsmantel eingreift, wird automatisch auch eine mechanische Krafteinleitung über die Crimp-Verbindung in den Isolationsmantel erfolgen.

[0027] In dem in der Figur 2 dargestellten Diagramm ist das Zusammenspiel zwischen dem Isolationsmantel 8 und dem Litzenleiter 4 im Hinblick auf die Übernahme einer Zugkraft skizziert. In dem Diagramm ist auf der vertikalen Achse die ausgeübte Zugkraft und auf der horizontalen Achse die Dehnung aufgetragen. Die untere Kurve zeigt hierbei das Kraft-Dehnungs-Verhalten eines beispielhaften Isolationsmantels 8 aus einem thermoplastischen Thermoplastischen Elastomer (TPE) mit einer minimalen Wandstärke von etwa 0,2 mm, die einen Litzenleiter mit einer Nennquerschnittsfläche von etwa 0,22 mm² umgibt, so dass die Gesamtquerschnittsfläche des Isolationsmantels etwa bei 0,5 mm² liegt. Die mittlere Kurve zeigt das Kraft-Dehnungs-Verhalten eines beispielhaften Cu-Litzenleiters mit einem Nennquerschnitt von 0,22 mm². Diese Kurve zeigt das typische Spannungs-Dehnungs-Verhalten von Kupfer, dessen Zugfestigkeit üblicherweise bei etwa 230 N/mm² liegt. Die oberste Kurve zeigt eine rechnerische Überlagerung der beiden Kurven für den Litzenleiter 4 und für den Isolationsmantel 8.

[0028] Typische Anforderungen verlangen, dass eine derartige Leitung 2 einer Zugkraft von 70 N stand halten muss. Wie aus der oberen überlagerten Kurve zu entnehmen ist, wird dies durch das Zusammenwirken des Isolationsmantels 8 mit dem Litzenleiter 4 problemlos bei einem relevanten Dehnungsbereich von etwa 5% erreicht. Dies zeigt also, dass durch die spezielle Wahl des Isolationsmantels 8 und dessen guten mechanischen Eigenschaften im Hinblick auf die Zugfestigkeit eine deutliche Querschnittsreduzierung des Leiters 4 von den heute üblichen Nennquerschnitten von 0,35 mm² erreicht.

[0029] Das für den Isolationsmantel 8 verwendete faserverstärkte Material zeigt allgemein vorzugsweise im Dehnungsbereich < 15% und - insbesondere bei einem hohen Faseranteil - auch bei Dehnungswerten von deutlich unter 10% ein Maximum im Spannungs-Dehnungs-Verhalten. Zusammen mit einem hohen Elastizitätsmodul bei geringen Dehnungen im Bereich beispielsweise bis 5% Dehnung wird insgesamt ein sehr gutes mechanisches Spannungs-Dehnungs-Verhalten des Isolationsmantels 8 erreicht.

[0030] Damit zeigt das faserverstärkte Isolationsmaterial ein deutlich unterschiedliches charakteristisches Verhalten zu üblichen nicht faserverstärkten Isolationsmaterialien wie beispielsweise PVC, welches einen kontinuierlichen Anstieg der Zugfestigkeit bis hin zu seiner Reißdehnung bei etwa 300 % Dehnung aufweist. In dem für die Leitung 2 im Hinblick auf die Zugfestigkeit relevanten Dehnungsbereich von < 10% zeigt dabei ein solches herkömmliches Isolationsmaterial erst einen Bruchteil seiner maximalen Zugfestigkeit.

[0031] Allgemein gilt die Relation, dass mit zunehmenden Faseranteil die maximale Zugspannung des faserver-

verstärkten Materials zunimmt bei gleichzeitiger Abnahme der Reißdehnung. Untersuchungen haben gezeigt, dass ein guter Kompromiss zwischen einer ausreichenden Reißdehnung und einer möglichst guten Zugspannung bei bereits geringen Dehnungswerten mit geringen Faseranteilen erreicht werden können.

[0032] Über die speziellen Eigenschaften des jeweils gewählten faserverstärkten Isolationsmaterials und dessen Querschnittsfläche (also die Wahl der Wandstärke des Isolationsmantels 8) lässt sich eine Zugkraft-Aufnahmefähigkeit des Isolationsmantels 8 entsprechend den jeweiligen Anforderungen und insbesondere auch in Abhängigkeit des gewählten Leiterquerschnitts einstellen. Geht man beispielsweise von einer vorgegebenen Zugkraft in Höhe von 70 N und der Verwendung von einem Kupfer-Litzenleiter mit 0,13 mm² Querschnittsfläche aus, so kann der Litzenleiter 4 bei der typischen Kupfer-Zugfestigkeit von 230 N/mm² lediglich etwa 29,9 N an Zugkraft übernehmen. Der Rest muss daher vom Isolationsmantel übernommen werden.

Patentansprüche

1. Elektrische Leitung (2), insbesondere Signalleitung, mit einem elektrischen Leiter (4) und einem diesen umgebenden Isolationsmantel (8), wobei die Leitung (2) für eine vorgegebene Zugbeanspruchung ausgelegt ist, die zumindest teilweise von dem Isolationsmantel (8) aufnehmbar ist, der hierzu aus Kunststoff als Matrix (12) mit darin einzelweise und verteilt eingebetteten Kurzfasern (10) ausgebildet ist. 25 30
2. Leitung (2) nach Anspruch 1, bei der der Nennquerschnitt des Leiters (4) bei einer vorgegebenen Soll-Stromstärke, für die die Leitung (2) ausgelegt ist, auf den für die elektrische Leitfähigkeit erforderlichen Nennquerschnitt begrenzt ist. 35
3. Leitung (2) nach Anspruch 1 oder 2, bei der die Kurzfasern (10) eine Länge im Bereich von maximal einigen Millimetern haben. 40
4. Leitung (2) nach Anspruch 3, bei der die Länge maximal 10 mm, vorzugsweise maximal 2 mm beträgt. 45
5. Leitung (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der die Kurzfasern (10) in Längsrichtung der Leitung (2) ausgerichtet sind. 50
6. Leitung (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der der Isolationsmantel (8) durch Extrusion einer Kunststoffmasse mit bereits darin enthaltenen Kurzfasern (10) ausgebildet ist. 55
7. Leitung (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der der Anteil der Kurzfasern (10) im Bereich von 0,5 Vol.% bis maximal 10 Vol.% bezogen auf das Gesamtvolumen des Isolationsmantels (8) liegt. 5
8. Leitung (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem der Isolationsmantel (8) für eine Zugbeanspruchung im Bereich von 20 bis 80 % der vorgegebenen Zugbeanspruchung ausgelegt ist. 10
9. Leitung (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, die für eine vorgegebene Zugbeanspruchung von bis zu etwa 500 N und insbesondere von etwa 50 bis 100 N ausgelegt ist. 15
10. Leitung (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, die in Kombination folgende Merkmale aufweist: 20
 - sie ist für einen Strom kleiner 1A ausgelegt,
 - der Nennquerschnitt des Leiters beträgt maximal 2mm² und liegt vorzugsweise unter 1mm²,
 - der Außendurchmesser beträgt maximal 1 bis 4 mm und vorzugsweise maximal 1 bis 2 mm
 - der Isolationsmantel (8) weist eine Wanddicke auf, die im Bereich bis maximal 0,7 mm liegt,
 - als Kunststoff wird ein extrudierbares Material, beispielsweise ein Thermoplast, insbesondere ein PVC verwendet.
11. Verfahren zur Auslegung einer elektrischen Leitung (2) mit einem elektrischen Leiter (4) und einem diesen umgebenden Isolationsmantel (8) aus einem faserverstärkten Kunststoff mit darin einzelweise und verteilt eingebetteten Kurzfasern (10), wobei die Leitung (2) für eine vorgegebene Zugbelastung ausgelegt wird, die teilweise vom Isolationsmantel (8) aufnehmbar ist und wobei der Nennquerschnitt des Leiters (4) gegenüber einer im Hinblick auf den Aufbau und der mechanischen Belastbarkeit vergleichbaren Leitung jedoch ohne faserverstärkten Kunststoff reduziert wird. 35 40
12. Verwendung einer Leitung (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 10 oder einer nach Anspruch 11 ausgelegten Leitung (2) in einem Kraftfahrzeug. 45 50 55

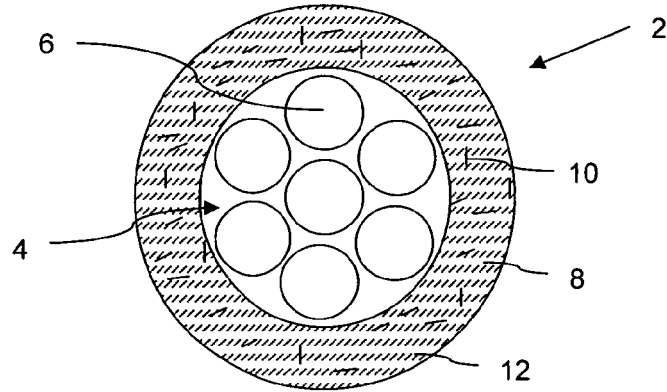


FIG 1

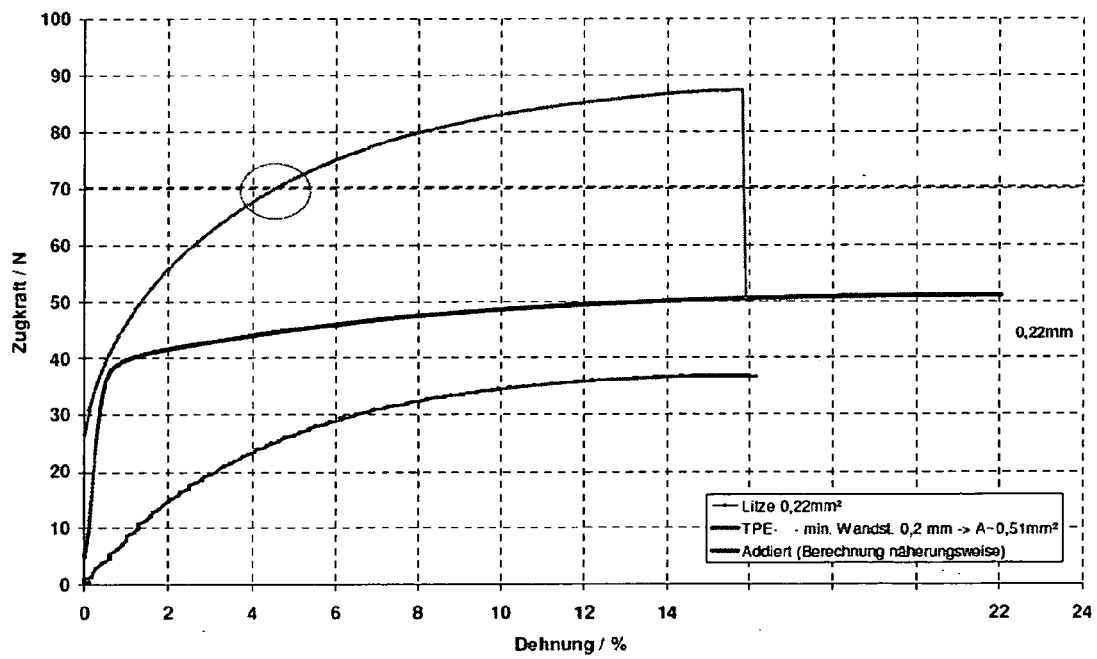


FIG 2