

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 81103352.1

(51) Int. Cl.³: **H 01 B 7/28**
H 01 B 13/22

(22) Anmeldetag: 04.05.81

(30) Priorität: 12.05.80 DE 3018141
19.12.80 DE 3048074

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
18.11.81 Patentblatt 81/46

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH FR GB IT LI NL SE

(71) Anmelder: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT Berlin
und München
Postfach 22 02 61
D-8000 München 22(DE)

(72) Erfinder: Zeidler, Günter, Dr. Dipl.-Ing.
Weidenstrasse 25
D-8034 Germering(DE)

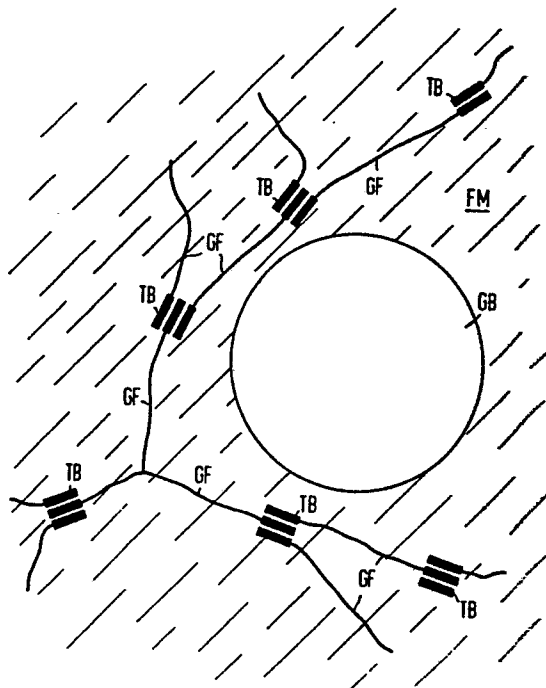
(72) Erfinder: Lange, Gerhard, Dipl.-Chem.
Ursberger Strasse 13
D-8000 München 80(DE)

(72) Erfinder: Saller, Helmut
Diemendorfer Strasse 8
D-8000 München 71(DE)

(54) Längswasserdichtes Kabel, insbesondere Nachrichtenkabel.

(57) Die Erfindung betrifft ein längswasserdichtes Kabel, insbesondere Nachrichtenkabel, in dessen Innerem eine eine wasserabweisende Substanz enthaltende Füllmasse (FM) vorgesehen ist, in die Gasbläschen (GB) eingelagert sind.

Die Füllmasse (FM) enthält eine bei ihrer Verarbeitungstemperatur im Rahmen der Kabelfüllung schmelzende Beimengung aus thermoplastischem Gummi oder gummiartigen Thermoplasten, deren Zustand im Betriebstemperaturbereich des Kabels durch Verknüpfen, Verhaken oder eine Verbindung über thermoplastische Blöcke (TB) mit einem entsprechend niedrigem, d.h. knapp unter der Fülltemperatur liegenden Schmelzbereich verfestigt ist. Die Gasbläschen (GB) werden durch das sich so in der Füllmasse ausbildende Gumminetzwerk (GF) dadurch festgehalten, daß dessen Verknüpfungsstellen die Auftriebskräfte der Gasbläschen (GB) ohne Zerreißen übernehmen können.



EP 0 039 867 A2



SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT
Berlin und München

Unser Zeichen
VPA 80 P 6 5 8 9 E

Längswasserdichtes Kabel und Verfahren zu seiner Herstellung

- Die Erfindung bezieht sich auf ein längswasserdichtes
5 Kabel, insbesondere Nachrichtenkabel, in dessen Innerem eine wasserabweisende Substanz enthaltende Füllmasse vorgesehen ist, in die Gasbläschen eingelagert sind.
- 10 Ein längsdichtes Kabel dieser Art ist aus der DE-OS 27 16 524 bekannt. Bei der Einlagerung von Gasbläschen ist deren Lage in der Füllmasse nicht ohne weiteres stabil und es besteht somit die Gefahr, daß durch Wandern der Gasbläschen sich an bestimmten Stellen
15 größere Gasblasen bilden, welche die elektrischen Eigenschaften des Kabels ungünstig beeinflussen. Deshalb ist bei der bekannten Anordnung vorgesehen, daß die Lufteinschlüsse durch stützende Bestandteile in Faserform in ihrer Lage stabilisiert werden.
- 20 Die Aufbereitung dieser beigemischten Fasern und ihre Einbringung in die wasserabweisende Füllmasse erfordern einen zusätzlichen Aufwand, wobei die Wirkung dieser Fasern nur dann gesichert ist, wenn die Fasergröße etwa in der Größenordnung der Bläschengröße
25 liegt. Allzu große Fasern stören zudem die elektrischen Eigenschaften des Kabels in unerwünschter Weise, so daß aufgrund dieser Gesichtspunkte eine sehr feine Auffaserung der zusätzlichen Bestandteile
30 notwendig wird.

Der vorliegenden Erfindung, welche sich auf ein längs-
wasserdichtes Kabel der eingangs genannten Art be-
zieht, liegt die Aufgabe zugrunde, ein Kabel zu schaf-
fen, das besonders einfach herstellbar ist und bei dem
5 die Füllmasse und auch die eingeschlossenen Gas-
bläschen möglichst weitgehend gegen eine Entmischung
oder Verlagerung gesichert sind. Gemäß der Erfindung
wird dies dadurch erreicht, daß die Füllmasse eine
bei ihrer Verarbeitungstemperatur im Rahmen der Kabel-
10 füllung schmelzende Beimengung aus thermoplastischem
Gummi oder gummiartigen Thermoplasten enthält, deren
Zustand im Betriebstemperaturbereich des Kabels durch
Verknüpfen, Verhaken oder eine Verbindung über thermo-
plastische Blöcke mit einem entsprechend niedrigem,
15 d.h. knapp unter der Fülltemperatur liegenden Schmelz-
bereich verfestigt ist und daß die Gasbläschen durch
das sich so in der Füllmasse ausbildende Gumminetzwerk
dadurch festgehalten sind, daß dessen Verknüpfungsstel-
len die Auftriebskräfte der Gasbläschen ohne Zerreißen
20 übernehmen können.

Da die der Füllmasse zugefügte Beimengung aus thermo-
plastischem Gummi oder gummiähnlichen Substanzen bei
der Fülltemperatur, beispielsweise um 80°C noch thermo-
25 plastisch verarbeitbar ist, kann der Füllvorgang in
einfacher Weise durchgeführt werden. Hierzu werden die
Kabelfüllmassen aufgeschmolzen und beispielsweise bei
Temperaturen um 80°C unter Druck in die Kabelseele
eingefüllt. Bei den Verarbeitungstemperaturen schmel-
30 zen auch die Thermoplastblöcke des Blockpolymeres, das
somit ebenfalls gut zu verarbeiten ist.

Nach dem eigentlichen Füllvorgang hat das so erhaltene
Kabel im Betriebsbereich (Arbeitsbereich) jedoch ein
35 sich ausbildendes Gumminetzwerk, welches dadurch gehal-
ten wird, daß die Knoten der erstarrten thermoplasti-
schen Endblöcke eine Bewegung des Gumminetzwerkes ver-

hindern. Durch dieses Gumminetzwerk werden gleichzeitig auch die Gasbläschen in ihrer jeweiligen Lage fixiert und es ist dadurch verhindert, daß sich im Lauf der Zeit Wanderungen der Gasbläschen ergeben oder gar all-
5 mählich größere Gasblasen bilden. Der erzeugte Masse-
schaum ist also ausreichend stabilisiert.

Als Thermoplastblöcke können bevorzugt Polyolefine in einer Kettenlänge von 25 bis 45 C-Atomen verwendet wer-
10 den und zwar insbesondere niedermolekulares PE oder Paraffinwachs.

In diesem Zusammenhang kommen auch gesättigte, lineare Polyester mit einem ausreichend niedrigen Molekularge-
15 wicht als Thermoplastblöcke in Frage.

Schließlich können für die Bildung der Thermoplast-
blöcke auch niedermolekulare isotaktische Polymere vor-
gesehen werden, die Seitenketten mit mehr als zwei
20 Methylgruppen aufweisen.

Die gummielastischen Molekülketten können linear auf-
gebaut sein und sich besser auch sternförmig verzweigen
und vorteilhaft aus den üblichen Dien-Polymeren, ins-
25 besondere Butadien bestehen.

Ein entsprechend aufgebauter, spezieller plastischer Gummi wird zusammen mit der Kabelfüllmasse (übliches Gemisch aus Wachsen und Ölen) aufgeschmolzen, vermengt
30 und heiß in das Kabel eingefüllt.

Die Gasblasen werden vorteilhaft (wie bei der Zell-PE-Herstellung) entweder durch Gasinjektion eingemischt, d.h. vor dem eigentlichen Füllrohr wird in den Masse-
35 strom unter hohem Druck Stickstoff- oder Freongas zu-
gegeben. Es ist jedoch auch möglich, durch ein Treib-
mittel geeigneter Temperatur-Druckabhängigkeit die

Gasblasen zu erzeugen. Wichtig ist dabei, daß die Gasblasen in der Füllapparatur noch verschwindend klein sind (dieses wird durch Zugabe von TiO_2 oder SiO_2 als Kicker erreicht) und somit in alle Zwickel der Kabelseele gleichmäßig transportiert werden können, aber nach Entspannen der Masse auf Normaldruck d.h. nach dem Austritt der gefüllten Seele aus dem Füllrohr oder den nachgeschalteten Mantelextruder auf ihre Endgröße expandieren. Beim fertigen, d.h. abgekühlten Kabel sollte die Größe dieser Gasbläschen einige zehntel Millimeter bis maximal 1 mm betragen.

Wenn das Kabel abgekühlt wird, z.B. nach dem nachgeschalteten Extruder bildet sich, wie bereits erwähnt, in der Kabelfüllmasse ein Gumminetzwerk aus, dessen Knoten hauptsächlich durch die dann erstarrten thermoplastischen Blöcke gebildet werden. Die in der Ölmasse befindlichen Gasblasen werden von den Netzwerkfäden festgehalten. Dazu muß der Anteil des Gummi oder der gummiartigen Substanz ausreichend hoch sein und zwar vorzugsweise zwischen 3 bis 30 Gewichts-Prozenten. Darüber hinaus muß die Füllmasse ausreichend viskos sein, und zwar vorteilhaft über 5000 cP.

Neben den eigentlichen, über thermoplastischen Bereichen vernetzten Gummi-Substanzen können auch andere gummiähnliche Materialien verwendet werden. Hierzu eignen sich insbesondere nichtvernetzte Polymere mit gummiähnlichen Eigenschaften. Hierzu sind vor allem zu zählen Polymere aus ataktischen, starkverzweigten Molekülen wie z.B. ataktisches PP oder auch Polyisobutylen.

Bei diesen gummiartigen Substanzen können die Molekülketten sich so verhaken, daß die Eigenschaften des räumlich vernetzten Gummis angenähert werden können.

In diesem Zusammenhang ist es vorteilhaft, diese Polymere in Gummi-, Bitumen- oder Kabelmassemischungen einzuarbeiten, um spezielle Eigenschaften, wie Klebrigkeit oder Dichtheit zu unterstützen. Auch in der
5 oben beschriebenen elastomerhaltigen Kabelmasse empfehlen sich diese Zusätze.

Es ist aus Gründen der Kosten gegebenenfalls vorteilhaft, nur diese gummiähnlichen Polymere in die Ölmasse
10 einzuarbeiten und mit dem dadurch entstehenden, verknäulten Netzwerk Gasblasen festzuhalten. Um zu vermeiden, daß die Gasblasen sich im Laufe der Zeit (insbesondere bei höheren Kabeltemperaturen) sammeln und größere Hohlräume bilden, ist durch spezielle Massenzusammensetzung dafür zu sorgen, daß diese Zeit (Standzeit) bis zum Zusammenfallen des Masseschaums länger
15 ist als die Kabellebensdauer. Dazu ist es zweckmäßig, daß in der gummiähnlichen Beimischung Polymerketten mit einer hinreichenden Länge vorhanden sind. Diese höhermolekularen Polymere haben einen Aufschmelzbereich von etwa 130 bis 200 °C, der normalerweise oberhalb des Schmelzbereiches der üblichen Kabelfüllmassen liegt. Es ist deshalb zweckmäßig, diese Polymere bei höheren Temperaturen aufzuschmelzen und mit niedermolekularen Bestandteilen (insbesondere Paraffinöl, niedermolekularem PE oder anderen Ölen) in heißem Zustand zu vermengen. Diese Vormischung aus den notwendigen höhermolekularen Ketten und den niedermolekularen Weichmachern bleibt auch bei niedrigen Temperaturen plastisch
25 und kann in die Füllmasse eingearbeitet werden.
30

Zur Erläuterung der Erfindung wird auf eine Zeichnung Bezug genommen, in der eine Gasblase GB dargestellt ist, welche sich in einer Füllmasse FM eines Kabels
35 ausgebildet hat. Diese einige Zehntel bis maximal einen Millimeter große Gasblase GB wird in der Füllmasse FM gehalten durch gummielastische Molekülfäden GF, welche

beispielsweise aus Dien-Ketten gebildet werden. Da diese Fäden GF jedoch innerhalb der Öl- und/oder Wachs enthaltenden Füllmasse FM nicht ausreichend lagestabil wären und dadurch ein Wandern der Gasblasen, z.B. infolge der Auftriebskraft zulassen würden, sind thermoplastische Blöcke TB vorgesehen, welche z.B. durch PE-Wachse gebildet werden. Diese thermoplastischen Blöcke verknüpfen die vorhandenen gummielastischen Molekülfäden des Gumminetzwerkes, was seinerseits bewirkt, daß die in der Füllmasse vorhandenen Gasblasen an ihrem Ort festgehalten werden.

Die kurze Zeit nach der Herstellung bei der noch höhere Temperaturen (bis zur Abkühlung) vorhanden sind und bei der sich thermoplastische Blöcke TB durch Abkühlung noch nicht gebildet haben, ist unschädlich, weil in diesen kleinen Zeiträumen eine unerwünscht große Wanderungsbewegung der Gasbläschen nicht eintritt. Die das Netzwerk bildende, thermoplastische Gummimasse wird durch Blockpolymerisation von fadenförmigen, gummielastischen Molekülen mit den bei etwa 60 bis 80 °C schmelzenden Thermoplasten hergestellt. Unterhalb ihrer Schmelztemperatur lagern sich diese thermoplastischen Blöcke aneinander an und tragen so zur Netzbildung bei.

Bezüglich der erzielbaren Langzeitstabilität von auf diese Art und Weise gebildeten schaumartigen Füllmassen sind die nachfolgenden Überlegungen zu beachten:

Ein Gasbläschen mit Radius r wird durch die Auftriebskraft K bei einer Viskosität η mit einer Geschwindigkeit

$$v = \frac{K}{6 \pi \cdot \eta \cdot r} \quad (1)$$

in einem fließfähigen Körper bewegt. Mit dem Auftrieb

(ρ = Dichte; g = Fallbeschleunigung)

$$K = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r^3 \cdot g \cdot \rho \quad (2)$$

5 folgt

$$v = \frac{2}{9} \cdot \frac{r^2 \cdot g \cdot \rho}{\eta} \quad (3)$$

Die Geschwindigkeit nimmt also mit dem Quadrat der
 10 Blasengröße zu und mit der Viskosität η ab. Die Blasen
 müssen also so klein wie möglich sein, am besten unter
 einem Zehntel mm, die Viskosität η soll so hoch wie
 möglich sein. Dabei ist nicht die dynamische Viskosität
 bedeutend, sondern die Ruheviskosität, die sich bei
 15 sehr kleinen Schergefällen und Geschwindigkeiten ein-
 stellt. Dieser Ruhewert ist um so größer als der dyna-
 mische Wert (der ja die Verarbeitbarkeit bestimmt),
 wenn die "Flüssigkeit" um so mehr fadenförmige, längli-
 che Bestandteile enthält. Der Ruhewert kann sehr groß
 20 bis unendlich werden, wenn die Fädchen durch Vernetzen
 ein echtes Gel bilden können. Die Masse verhält sich
 dann für kleine mechanische Beanspruchungen wie ein
 fester Körper extrem niedriger Festigkeit. Die Masse
 aus Gummimischungen würde etwa diesem Bild entsprechen,
 25 während die Massen aus nichtvernetzten Polymeren mit
 gummiähnlichen Eigenschaften eher als Flüssigkeiten
 mit hoher Ruheviskosität anzusehen sind. Das Einbrin-
 gen von fadenförmigen Bestandteilen hat neben der Er-
 höhung der Ruheviskosität noch einen weiteren Vorteil
 30 im Hinblick auf die Blasenstabilität: Die Bläschen
 erleiden bei ihrer Bewegung ständige Umlenkungen und
 Richtungsänderungen, so daß der effektiv zurückgelegte
 Weg wesentlich kleiner als der tatsächlich zurückgeleg-
 te Weg ist. Nehmen wir z.B. an, daß aus diesem Grund
 35 ein tatsächlicher Weg von 1 mm in 30 Jahren erlaubt
 ist, so folgt aus (3) eine notwendige Ruheviskosität
 von über 10^7 Poise für einen Blasendurchmesser von etwa

0,05 mm.

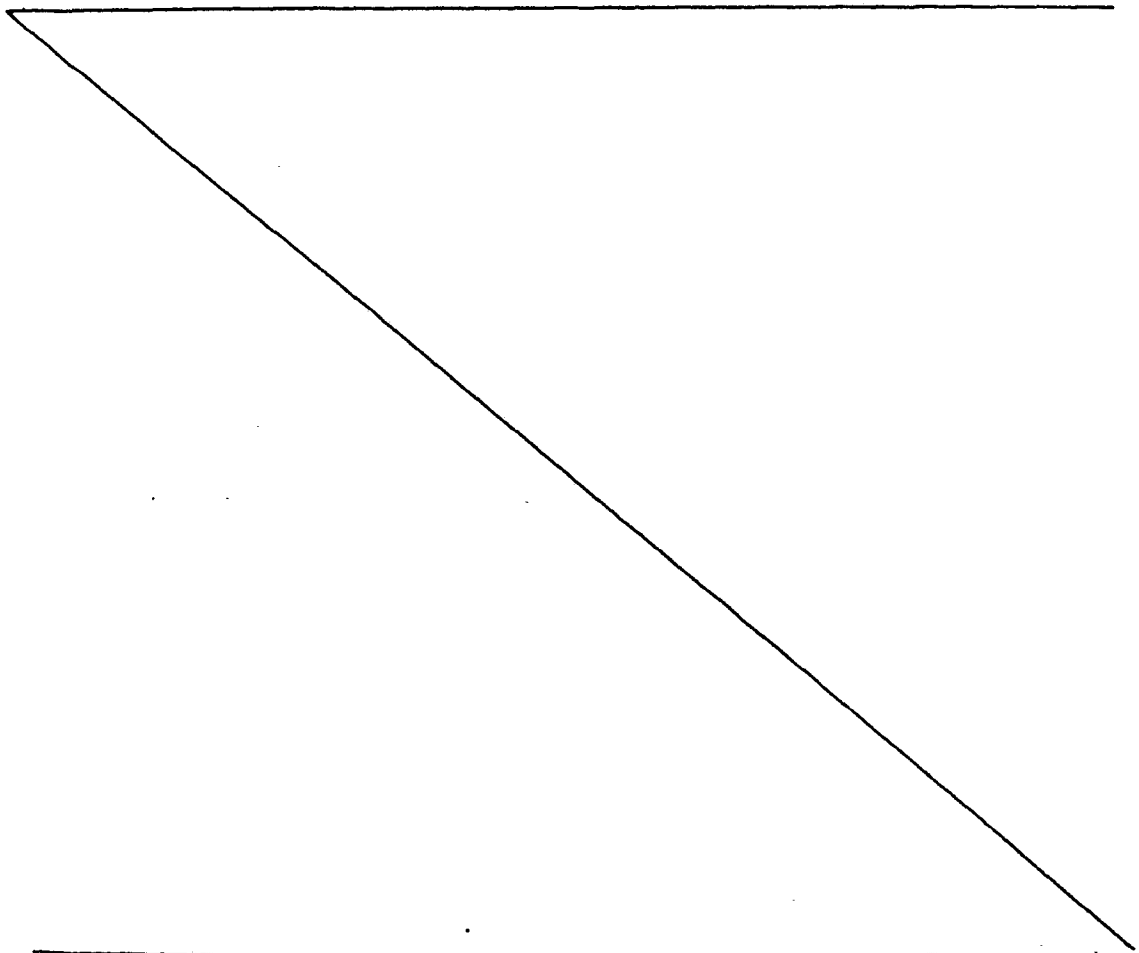
Die beschriebene gummiartige Masse verhält sich anders als die fließfähige Masse aus nichtvernetzten Polymeren. Es liegt ein Netzwerk aus Gummifäden vor, dessen weite Maschen von den Öl- oder Wachsbestandteilen ausgefüllt sind. Bei der Analyse dieses 2-Phasen-Systems ist sowohl das die Ruhefestigkeit bewirkende Netzwerk als die beigemischte Flüssigkeit zu beachten. Im Ruhezustand kann das Netzwerk Zug- und Scherspannungen allerdings nur bis zu einer recht niedrig liegenden Reißgrenze aufnehmen, während die Flüssigphase innerhalb der Maschen beweglich bleibt und angenähert den Gesetzen der Hydrostatik folgt. Die in die Flüssigkeit eingebetteten Blasen erfahren wiederum einen Auftrieb, der im Nahbereich der Blase über die Oberflächenspannung auf das Netz übertragen wird und es unter Zug-, Scher- und eventuell auch Druckspannungen setzt. Anstelle der oben durchgeführten Viskositätsanalyse muß hier die Bruchmechanik des Netzes treten. Die Zugspannung σ_z unterhalb der Blase beträgt z.B. angenähert

$$\sigma_z = \frac{K}{r^2 \cdot \pi} = \frac{4}{3} \pi \cdot g \cdot r \cdot \rho \quad (4)$$

Außer von der Erdbeschleunigung g und der Dichtedifferenz ρ hängt sie nur noch vom Blasenradius ab. Für $r = 0,05$ mm folgt eine Zugbeanspruchung von nur $2 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$. Die genaue Analyse muß den vollständigen Spannungszustand (inklusive Scherbeanspruchung) rund um die Blase einschließen und wird zu niedrigeren lokalen Beanspruchungen führen. Eine Massendimensionierung nach (4) ist deshalb zunächst ausreichend. Für jede Ruhefestigkeit (beeinflussbar durch Art und Mengenanteil des Netzwerks) folgt aus (4) eine maximal erlaubte Blasengröße, oder, wenn diese technologisch vorgegeben ist, folgt wegen (4) ein mindestens notwendiges Mengenverhältnis für die Beimischung eines vorgegebenen Netzwerkbildners.

Da die Größe der Auftriebskraft vom Durchmesser der Gasbläschen abhängt, ist somit in besonders einfacher Weise durch die Wahl der Bläschengröße die Auftriebskraft K so einzustellen, daß die Netzstruktur durch
5 diese Antriebskraft K nicht zerrissen werden kann. Im übrigen läßt sich die noch zulässige Bläschengröße für eine gegebene Substanz einfach dadurch bestimmen, daß Proben mit unterschiedlich großen Gasbläschen erstellt werden und durch Beobachtung festgestellt wird,
10 unterhalb welchen Durchmesserwertes keine Wanderung mehr auftritt.

Für die Auswahl der Beimengung ergibt sich die Forderung, daß diese einerseits möglichst leicht zu verarbeiten sein soll und andererseits die durch Verknüpfen, Verhaken oder eine Verbindung über thermoplastische Blöcke gebildete räumliche Gitterstruktur so ausgebildet ist, daß für die Gasbläschen ein möglichst fester



Halt erreicht wird. Diese Sicherung der Gasbläschen gegen eine Bewegung ist notwendig, damit verhindert wird, daß sich die Gasbläschen im Lauf der längeren Zeit und ggf. unter dem Einfluß der herrschenden Temperatur- und Druckbedingungen in Bewegung setzen und zu größeren Gasblasen vereinigen.

Der Erfindung liegt ^{weiterhin} die Aufgabe zu Grunde, eine Beimengung anzugeben, die sowohl hinsichtlich ihrer Verarbeitbarkeit als auch hinsichtlich der durch sie gebildeten räumlichen Gitterstruktur besonders vorteilhaft ist. Gemäß der Erfindung wird diese Aufgabe bei einem längswasserdichten Kabel der eingangs genannten Art dadurch gelöst, daß die Beimengung aus einem Polyolefinpulver, insbesondere einem Polyäthylenpulver besteht.

Die Verwendung einer pulverförmigen Beimengung hat den Vorteil, daß diese sich schneller in der Füllmasse auflöst, wobei gleichzeitig sichergestellt ist, daß die Beimengung gleichmäßig in der ganzen Füllmasse verteilt wird. Ausgehend von dieser Anfangssituation wird auch die Bildung der räumlichen Gitterstruktur aus der Beimengung infolge der kleineren Teilchen der Beimengung und deren besserer Vermengung mit der Füllmasse günstig beeinflußt. Das so aufgebaute längswasserdichte Kabel zeigt somit bezüglich der Festigkeit und zeitlichen Stabilität seiner Gitterstruktur und der Herstellungsmöglichkeiten besonders günstige Eigenschaften.

Es ist zweckmäßig, wenn der Anteil der Gasbläschen an der Füllmasse zwischen 10 und 80% (Volumenprozent) gewählt ist.

Besonders vorteilhafte Werte hinsichtlich der elektrischen und mechanischen Eigenschaften sowie bezüglich des Materialverbrauchs an Füllmasse und Beimengung ergeben sich dann, wenn die Gasbläschen einen Volumen-

anteil zwischen 50 und 70% der Füllmasse ausmachen.

Die Beimengung der Gasbläschen sowie die Auswahl der Füllmasse werden zweckmäßig so vorgenommen, daß sich
5 möglichst niedrige relative Dielektrizitätszahlen nicht über 1,5 bis 1,7 ergeben.

Bei Verwendung eines Polyäthylenpulvers ist es zweckmäßig, ein Polyäthylen auszuwählen, dessen Ausgangs-
10 material zwischen etwa 5000 und 200.000 C-Atome pro Molekül aufweist.

Die Erfindung betrifft weiterhin ein Verfahren zur Herstellung eines längswasserdichten Kabels, welches
15 dadurch gekennzeichnet ist, daß der erhitzten Füllmasse unter Umrühren die notwendige Menge an Polyolefinpulver zugegeben und dieses homogen verteilt wird, daß Gas unter Überdruck in die das geschmolzene Pulver enthaltende Füllmasse eingebracht wird,
20 und daß nach dem Entspannen und Abkühlen Gasbläschen in feiner, gleichmäßiger Verteilung gebildet werden.

Eine Füllmasse für die Beimengung des pulverförmigen Zusatzes kann beispielsweise folgendermaßen aufgebaut
25 sein:

77 % Paraffin-Öl

19,9% Polypropylen

3 % feindisperse Kieselsäure

0,1% Stabilisator (zum Schutz gegen Oxydation)

30

Gemäß der Erfindung wird die Stabilisierung der Gasbläschen in der beschriebenen Füllmasse durch eine pulverförmige Zugabe von Polyolefin, insbesondere Polyäthylen mit einem Dichtebereich von 0,915 bis etwa
35 0,96 g/ml erreicht. Diese erfolgt vorzugsweise in fein verteilter Form, d.h. mit etwa 20-600 μ Korngröße. Die

Zugabe erfolgt bei einer Temperatur der übrigen Mischungskomponenten, die über dem Kristallit-Schmelzpunkt des zugesetzten Polyolefins, d.h. oberhalb ca 135°C, liegt. Dann wird unter entsprechendem Überdruck 5 Gas, beispielsweise CO₂, N₂,^{oder} Luft in der heißen Mischung gelöst. Beim gleichzeitigen Abkühlen und Entspannen (d.h. Überdruck wird aufgehoben) der Mischung bilden sich nunmehr feinverteilte Gasblasen aus, die durch das zusammenhängende flexible Gerüst aus im wesentlichen Kohlenwasserstoffen fixiert werden. 10

Beispiel:

- 69,8% Paraffin-Öl
- 18,1% (ataktisches) Polypropylen
- 2,7% (feindisperse) Kieselsäure
- 15 0,3% Stabilisator (Schutz gegen Oxydation u.a. des PE)
- 9,1% Polyäthylen-Pulver

Bei einer so aufgebauten Mischung kristallisiert die 20 Beimengung nicht wieder in diskreten Bereichen oder ungleichmäßig aus, sondern bildet eine die ganze Füllmasse weitgehend gleichmäßig erfüllende räumliche Gitterstruktur, welche die Gasbläschen gegen Bewegung sichert.

25

Die unterste Grenze für den Zusatz eines Pulvers liegt bei etwa 5% von Polyolefin bzw. Polyäthylen, während die obere Grenze etwa 30% (Gewichtsprozent) beträgt. Ein zweckmäßiger Bereich in Gewichtsprozenten für die 30 pulverförmige Beimengung liegt zwischen 6 und 20%, wobei optimale Werte durch Beimengung zwischen 8 und 10 Gewichtsprozenten erreicht worden sind.

Für die Füllmassen sind an sich keine einschränkenden 35 Bedingungen zu beachten. Es ist lediglich darauf zu achten, daß die Füllmasse nicht die Bildung der räum-

lichen Gitterstruktur bei der Beimengung verhindert.
So lassen sich beispielsweise vorteilhaft solche Massen
verwenden, die ganz/^{oder}in Gemischen aus Petrolaten, Kohlen-
wasserstoff-Wachsen, aliphatischen oder cykloalophati-
5 schen Paraffinen oder polymeren Olefinen bestehen.

Bei der Herstellung wird die Füllmasse zunächst auf
140 - 150°C erhitzt. Unter ständigem Rühren wird die
erforderliche Menge Polyolefinpulver, insbesondere Poly-
10 äthylenpulver zugegeben. Der Rührprozeß ist abgeschlos-
sen, wenn das Pulver geschmolzen und homogen in der
Füllmasse verteilt ist. Bei direkter Weiterverarbeitung
wird die Masse in eine herkömmliche Verschäumvorrich-
tung gegeben und ein Gas (CO_2 , N_2) wird unter Druck
15 (1,5 - 15 barü) bei etwa 140°C gelöst. Nach Entspannen
und gleichzeitigem Abkühlen der Masse bilden sich dann
entsprechend feinverteilt die Gasbläschen, die einen
Durchmesser im Bereich von 1μ - 1500 μ , vorzugsweise
zwischen 20 und 200 μ aufweisen. Die Gasbläschenbildung
20 erfolgt vorteilhaft in einem Temperaturbereich von 80
- 120°C. Das beschriebene Aufschäumen der Masse kann
entweder mittels Füllrohr in der Kabelseele oder im
Verseilpunkt erfolgen.

25 Es ist aber auch möglich, den Vorgang nach dem Einbrin-
gen und Verrühren des Pulvers abubrechen und die Masse
im erkalteten Zustand zu lagern.

1 Figur

34 Patentansprüche

Patentansprüche

1. Längswasserdichtes Kabel, insbesondere Nachrichten-
kabel, in dessen Innerem eine wasserabweisende
Substanz enthaltende Füllmasse vorgesehen ist, in die
Gasbläschen eingelagert sind, d a d u r c h g e -
5 k e n n z e i c h n e t , daß die Füllmasse (FM) eine
bei ihrer Verarbeitungstemperatur im Rahmen der Kabel-
füllung schmelzende Beimengung aus thermoplastischem
Gummi oder gummiartigen Thermoplasten enthält, deren
Zustand im Betriebstemperaturbereich des Kabels durch
10 Verknüpfen, Verhaken oder eine Verbindung über thermo-
plastische Blöcke mit einem entsprechend niedrigem,
d.h. knapp unter der Fülltemperatur liegenden Schmelz-
bereich verfestigt ist und daß die Gasbläschen (GB)
durch das sich so in der Füllmasse ausbildende Gummi-
15 netzwerk dadurch festgehalten sind, daß dessen Ver-
knüpfungsstellen die Auftriebskräfte der Gasbläschen
ohne Zerreißen übernehmen können.
2. Kabel nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n -
20 z e i c h n e t , daß als Thermoplastblöcke Polyolefi-
ne in einer Kettenlänge von 25 bis 45 C-Atomen, insbe-
sondere niedermolekulares PE oder Paraffinwachs verwen-
det sind.
- 25 3. Kabel nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n -
z e i c h n e t , daß als Thermoplastblöcke gesättig-
te, lineare Polyester mit einem ausreichend niedrigen
Molekulargewicht vorgesehen sind.
- 30 4. Kabel nach Anspruch 1, 2 oder 3, d a d u r c h
g e k e n n z e i c h n e t , daß als Thermoplastblöcke
niedermolekulare isotaktische Polymere vorgesehen sind,
die Seitenketten mit mehr als zwei Methylgruppen ent-
halten.

5. Kabel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, d a -
d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß zwischen
den Thermoplastblöcken gummielastische Molekülketten
vorgesehen sind, die linear- und/oder sternförmig aus-
5 gebildet sind.

6. Kabel nach Anspruch 5, d a d u r c h g e k e n n -
z e i c h n e t , daß die gummielastischen Molekül-
ketten aus Dien-Polymeren, insbesondere Butadien, be-
10 stehen.

7. Kabel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, d a -
d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die
Kabelfüllmasse aus einem Gemisch aus Wachsen und Ölen
15 besteht.

8. Kabel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, d a -
d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die Gas-
blasen durch Gasinjektion unter hohem Druck, insbeson-
20 dere in Form von Stickstoff- oder Freongas eingemischt
sind.

9. Kabel nach einem der Ansprüche 1 bis 7, d a d u r c h
g e k e n n z e i c h n e t , daß die Gasblasen durch
25 Treibmittel geeigneter Temperatur-Druckabhängigkeit er-
zeugt sind.

10. Kabel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, d a -
d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die Gas-
30 blasen in der Füllapparatur während des Verarbeitungs-
vorganges noch verschwindend klein sind und dadurch
über alle Zwickel der Kabelseele gleichmäßig verteilt
sind.

11. Kabel nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß
der Elastomeranteil in der Füllmasse ausreichend hoch
gewählt ist und vorzugsweise zwischen drei und dreißig
5 Gewichtsprozente liegt.
12. Kabel nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die
Füllmasse eine Viskosität deutlich über 5000 cP auf-
10 weist.
13. Kabel nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß
eine thermoplastische Gummibeimengung auf der Basis
15 von Naturgummi verwendet wird.
14. Kabel nach einem der Ansprüche 1 bis 12, d a -
d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß als
Gummibeimengung nicht vernetzte Polymere mit gummi-
20 ähnlichen Eigenschaften und einer hinreichend großen
Kettenlänge (größer als 50 C-Atome) verwendet sind.
15. Kabel nach Anspruch 14, d a d u r c h g e -
k e n n z e i c h n e t , daß Polymere aus ataktischen,
25 stark verzweigten Molekülen, insbesondere ataktische
PS oder PP vorgesehen sind.
16. Kabel nach Anspruch 14, d a d u r c h g e -
k e n n z e i c h n e t , daß als gummiähnliche Sub-
30 stanz Polyisobuten bzw. Polybuten vorgesehen ist.
17. Kabel nach einem der Ansprüche 14 bis 16, d a -
d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß diese
Polymere in Gummi-Bitumen- oder Kabelmassebeimischun-
35 gen bei höheren Temperaturen eingearbeitet werden, um
die gewünschten Eigenschaften insbesondere Klebrigkeit
oder Dichtheit zu erreichen.

18. Kabel nach einem der Ansprüche 14 bis 17, d a -
d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die
gummiähnlichen Polymere in die in der Füllmasse ent-
haltenen Ölmasse eingearbeitet sind und mit dem da-
5 durch entstehenden, verknäulten Netzwerk die Gasblasen
festhalten.

19. Kabel nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß aus
10 den höhermolekularen Polymerketten und aus niedermole-
kularen Bestandteilen, insbesondere in Form von Para-
finöl, niedermolekulare PE oder ataktischen PP eine
Vormischung hergestellt wird, die infolge der nieder-
molekularen Weichmacher auch bei noch relativ niedri-
15 gen Verarbeitungstemperaturen plastisch bleibt und
in die Füllmasse einarbeitbar ist.

20. Längswasserdichtes Kabel nach einem der vorhergehen-
den Ansprüche, d a d u r c h g e k e n n z e i c h -
20 n e t , daß die Beimengung aus einem Polyolefinpulver,
insbesondere einem Polyäthylenspulver besteht.

21. Längswasserdichtes Kabel nach Anspruch 20, d a -
d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß der
25 Volumenanteil der Gasbläschen an der Füllmasse zwischen
10 und 80 % gewählt ist.

22. Längswasserdichtes Kabel nach Anspruch 21, d a -
d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß der
30 Volumenanteil der Gasbläschen zwischen 50 und 70 %
der Füllmasse beträgt.

23. Längswasserdichtes Kabel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, d a d u r c h g e k e n n z e i c h -
n e t , daß die Beimengung der Gasbläschen sowie die
Auswahl der Füllmasse so vorgenommen sind, daß sich
5 relative Dielektrizitätszahlen nicht über 1,5 bis 1,7
ergeben.

24. Längswasserdichtes Kabel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, d a d u r c h g e k e n n z e i c h -
10 n e t , daß bei Verwendung eines Polyäthylenpulvers
ein Material ausgewählt wird, das zwischen etwa 5000
und 200.000 C-Atome pro Molekül aufweist.

25. Längswasserdichtes Kabel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, d a d u r c h g e k e n n z e i c h -
15 n e t , daß das als Beimengung verwendete Pulver in
einem Dichtebereich zwischen 0,915 bis 0,96 g/ml liegt.

26. Längswasserdichtes Kabel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, d a d u r c h g e k e n n z e i c h -
20 n e t , daß das als Beimengung verwendete Pulver in
einer Korngröße zwischen 20 bis 600 μ vorgesehen ist.

27. Längswasserdichtes Kabel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, d a d u r c h g e k e n n z e i c h -
25 n e t , daß der Kristallit-Schmelzpunkt des zugesetzten Polyolefinpulvers über der Verarbeitungstemperatur
der übrigen Komponenten der Füllmasse liegt.

30 28. Längswasserdichtes Kabel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, d a d u r c h g e k e n n z e i c h -
n e t , daß der Anteil des pulverförmigen Polyolefins
zwischen 5 und 30 Gewichtsprozent der Füllmasse liegt.

29. Längswasserdichtes Kabel nach Anspruch 28, d a -
d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die
pulverförmige Beimengung zwischen 6 und 20 Gewichts-
prozent, vorzugsweise zwischen 8 und 10 Gewichtspro-
5 zenz liegt.

30. Längswasserdichtes Kabel nach einem der vorherge-
henden Ansprüche, d a d u r c h g e k e n n -
z e i c h n e t , daß der Durchmesser der Gasbläs-
10 chen zwischen 1μ und 1500μ , vorzugsweise zwischen
 20μ und 200μ liegt.

31. Verfahren zur Herstellung eines längswasserdichten
Kabels nach einem der vorhergehenden Ansprüche, d a -
15 d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß der
erhitzten Füllmasse unter Umrühren die notwendige
Menge an Polyolefinpulver zugegeben und dieses homogen
verteilt wird,
daß Gas unter Überdruck in die das geschmolzene Pulver
20 enthaltende Füllmasse eingebracht wird,
und daß nach dem Entspannen und Abkühlen Gasbläschen
in feiner, gleichmäßiger Verteilung gebildet werden.

32. Verfahren nach Anspruch 31, d a d u r c h g e -
25 k e n n z e i c h n e t , daß die Füllmasse bei Zu-
gabe des Polyolefinpulvers auf eine Temperatur von
 140°C bis 150°C erhitzt wird.

33. Verfahren nach Anspruch 31 oder 32, d a d u r c h
30 g e k e n n z e i c h n e t , daß das Gas bei einem
Druck von etwa 1,5 bis 15 barü und bei einer Tempera-
tur von etwa 140°C gelöst wird.

34. Verfahren nach einem der Ansprüche 31 bis 33,
dadurch gekennzeichnet, daß
die Bildung der Gasbläschen im Temperaturbereich zwischen 80°C und 120°C vorgenommen wird.

