



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) **CH 705 776 B1**

(51) Int. Cl.: **C08L 77/02** (2006.01)
C08L 77/06 (2006.01)
H02G 3/22 (2006.01)

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) **PATENTSCHRIFT**

(21) Anmeldenummer:	01834/11	(73) Inhaber:	LAPP ENGINEERING & Co, Hinterbergstrasse 15 6330 Cham (CH)
(22) Anmeldedatum:	16.11.2011		
(43) Anmeldung veröffentlicht:	31.05.2013	(72) Erfinder:	Dietmar Etzel, 5408 Ennetbaden (CH)
(24) Patent erteilt:	30.11.2015		
(45) Patentschrift veröffentlicht:	30.11.2015	(74) Vertreter:	Peter Rutz, c/o Rutz & Partner Alpenstrasse 14 Postfach 4627 6304 Zug (CH)

(54) **Modifizierte Kabelverschraubung.**

(57) Die Zusammensetzung für eine Kabelverschraubung enthält:

30 bis 96 Gew.-%, vorzugsweise 55 bis 95 Gew.-%, eines Polyamids 6 und/oder eines Polyamids 66 und/oder eines deren Copolyamide davon;

2 bis 25 Gew.-%, vorzugsweise 3 bis 20 Gew.-%, mindestens eines Modifikators;

2 bis 15 Gew.-%, vorzugsweise 2 bis 12.5 Gew.-%, mindestens eines Flammenschutzmittels;

0.01 bis 5 Gew.-%, vorzugsweise 0.3 bis 4.5 Gew.-%, mindestens eines Zusatzstoffes oder Additives.

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Zusammensetzung für eine Kabelverschraubung nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

[0002] Kabelverschraubungen dienen dem Schutz elektrischer Betriebsmittel wie beispielsweise Schaltschränken oder Abzweigdosens, um diese vor Umwelteinflüssen wie Staub oder Feuchtigkeit zu schützen. Ausserdem dienen sie zur Zugentlastung. An die Materialien für Kabelverschraubungen werden verschiedene Anforderungen gestellt. So müssen diese hohen mechanischen Anforderungen genügen, z.B. nach UL 514B, und dürfen bei jahrelangem Einsatz nicht verspröden. Auch werden an die Kabelverschraubung Anforderungen an die Flammwidrigkeit gestellt, wobei keine giftigen Rauchgase entstehen sollen.

[0003] Als Massenprodukt müssen die verwendeten Materialien günstig im Einkauf sein, und der Herstellungsprozess muss zur Kosteneinsparung automatisiert und mit möglichst wenig Arbeitsschritten geschehen. Dadurch kann auch eine hohe und gleichbleibende Qualität der Produkte garantiert werden. Bisher wurden für Kabelverschraubungen häufig Polyamide vom Typ Polyamid 6 (PA6) und Polyamid 66 (PA66) verwendet.

[0004] Aus der Publikationsschrift DE 10 2005 017 690 ist eine Kabeldurchführung bekannt, welche aus mehreren Teilen besteht und im Produktionsprozess konfektioniert wird. Heutige Kabelverschraubungen sind meist dreiteilig aufgebaut und bestehen aus einem ersten Teil mit einem Gewinde und Lamellenkorb an einem der beiden Enden. In den Lamellenkorb wird bei der Konfektionierung eine Gummidichtung eingelegt. Als drittes Element wird eine Mutter über den Lamellenkorb gelegt. Durch Festziehen der Mutter am ersten Teil wird der Lamellenkorb gegen die Dichtung gedrückt, wodurch eine gegen Umwelteinflüsse dichte Verbindung zwischen dem Kabel und der Kabelverschraubung entsteht.

[0005] Die vorgängig erwähnten Polyamide sind im Produktionsprozess nach dem Spritzgiessen spröde und können deshalb nicht sofort konfektioniert werden, da ansonsten beispielsweise die Lamellen im automatisierten Konfektionierungsprozess ausbrechen würden.

[0006] Um dem Polyamid eine hohe Schlag- und Kerbschlagzähigkeit sowie eine hohe Zähigkeit bei hoher Dehnung zu verleihen, muss das Polyamid zuerst auf mindestens einen Feuchtigkeitsgehalt von 1.5% konditioniert werden. Bei 50% Luftfeuchtigkeit und 23 °C beträgt die Wasseraufnahme max. 3%.

[0007] Typischerweise geschieht die Konditionierung, indem die Formteile während mehreren Wochen bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von ca. 50% gelagert werden. Unter diesen Bedingungen kann Wasserdampf in den Kunststoff eindiffundieren. Die Lagerzeit ist abhängig von der Wandstärke der Kunststoffteile. Die lange Lagerung führt zu langen Produktionsprozessen, welche ein schnelles Reagieren auf die Marktnachfrage unmöglich machen und deshalb eine hohe Lagerhaltung erfordern.

[0008] Alternativ dazu kann der Konditionierungsprozess bei erhöhter Temperatur, beispielsweise 70°–80 °C und einer relativen Luftfeuchtigkeit von 50–95% in geeigneten Klimaschränken beschleunigt werden (Schnellkonditionierung). Zur Erzeugung der klimatischen Bedingungen müssen entsprechende Klimaschränke beschafft und unterhalten werden. Die Lagerung der Kunststoffteile erfordert zudem spezielle Lagerungskisten zur Durchfeuchtung. Ausserdem kommen zusätzlich Energiekosten für den Betrieb der Klimaschränke hinzu.

[0009] Durch die beschleunigte Konditionierung ist die Verteilung der Feuchte im Kunststoff ungleichmässig, so dass der Schnellkonditionierung eine Nachlagerung zum Feuchtigkeitsausgleich angeschlossen werden muss. Diese geschieht bei normaler Luftfeuchtigkeit und beansprucht mehrere Tage. Somit wird am Ende nur eine unwesentliche Zeitreduktion des Konditionierungsprozesses erreicht.

[0010] Es ist auch möglich, die Teile während mehrerer Stunden in ca. 60–80 °C warmem Wasser zu lagern, um die Feuchtigkeitsaufnahme weiter zu beschleunigen. Dadurch entstehen jedoch oftmals Verfärbungen, sogenannte Wasserflecken, an den Teilen. Ausserdem ist auch bei diesem Verfahren eine ca. einwöchige Ausgleichslagerung notwendig.

[0011] Bei beiden Verfahren kann nur durch Ventilation und spezielle, gut durchlüftete Lagerkisten sichergestellt werden, dass die Luftfeuchtigkeit sich gleichmässig im Raum und in den Lagerkisten verteilt und somit alle Teile mit der feuchten Luft in Berührung kommen.

[0012] Durch die Lagerung werden die Kabeldurchführungen dem Produktionsprozess entnommen und müssen später wieder einzeln in den automatisierten Prozess eingefügt werden, wodurch zusätzliche Kosten entstehen. Ausserdem entsteht eine zeitliche Verzögerung zwischen der Herstellung der Spritzgussteile und der Konfektionierung zum Fertigteil.

[0013] Die Konditionierungsöfen sind in der Anschaffung und im Unterhalt teuer. Ausserdem entstehen hohe Energie- sowie Personalkosten für die Befüllung der Konditionierungsöfen mit Stückgut.

[0014] Die nach UL 514B festgelegten mechanischen Werte einer Kabelverschraubung werden an konditionierten Teilen ermittelt. Beim Einsatz der Kabelverschraubung in trockener Umgebung muss jedoch damit gerechnet werden, dass sich der Wassergehalt verringert und die mechanischen Eigenschaften, insbesondere die Elastizität und Schlagzähigkeit, reduziert sind.

[0015] In der Fachliteratur sind beispielsweise trockenschlagzähe Polyamide als technische Thermoplaste beschrieben (Band 4, Polyamide, L. Bottenbrück et al, S. 133 ff).

[0016] In EP 1 741 754 ist eine flammwidrige, schlagzähe und gefüllte Polymerzusammensetzung auf Polyamid-Basis und unter Verwendung von rotem Phosphor beschrieben.

[0017] In DE 10 2005 049 297 werden flammgeschützte, schlagzähmodifizierte Polyamid-Formmassen beschrieben, welche eine Melaminverbindung und roten Phosphor enthalten.

[0018] Der vorliegenden Erfindung lag die Aufgabe zugrunde, eine flammgeschützte Zusammensetzung bereitzustellen, bei der die Konditionierung mittels Wasserdampf umgangen werden kann.

[0019] Diese Aufgabe wird gelöst durch die Zusammensetzung mit den Merkmalen des unabhängigen Anspruchs 1. Bevorzugte Ausführungsformen der Zusammensetzung sind in den abhängigen Ansprüchen 2 bis 8 genannt. Auch die Erzeugnisse mit der erfindungsgemässen Zusammensetzung gemäss den Ansprüchen 9 bis 12 sowie das Verfahren gemäss Anspruch 13 sind Gegenstand der vorliegenden Erfindung. Der Wortlaut der Ansprüche gilt ebenfalls als Gegenstand der Beschreibung.

[0020] Durch die erfindungsgemässe Zusammensetzung werden die Produktionszeiten für Kabelverschraubungen massiv verkürzt, da eine Konditionierung nicht mehr notwendig ist. Weiter ist die Schlagzähigkeit bei 23 °C bei trockener Umgebung sowie die Kälteschlagzähigkeit deutlich höher, als dies bei konventionellen Produkten der Fall ist.

[0021] Eine erfindungsgemässe Zusammensetzung enthält 30 bis 96 Gew.-%, vorzugsweise 55 bis 95 Gew.-%, besonders bevorzugt 75 bis 92 Gew.-%, eines Polyamids 6 (PA6), eines Polyamids 66 (PA66) oder einer Mischung davon und/oder eines Copolyamids aus Polyamid 6 und Polyamid 66. Zusätzlich weist eine erfindungsgemässe Zusammensetzung 2 bis 25 Gew.-%, vorzugsweise 3 bis 20 Gew.-%, besonders bevorzugt 5 bis 15 Gew.-%, mindestens eines Modifikators und 2 bis 15 Gew.-%, vorzugsweise 2 bis 12.5 Gew.-%, besonders bevorzugt 2.5 bis 10 Gew.-%, mindestens eines Flammenschutzmittels sowie 0.01 bis 5 Gew.-% bevorzugt 0.3 bis 4.5 Gew.-% mindestens eines Zusatzstoffes oder Additives auf.

[0022] Die Kennzeichnung der Polyamide entspricht internationaler Norm nach DIN EN ISO 1043-1 und ISO 1874-2, wobei die erste(n) Ziffern(n) die C-Atomzahl des Ausgangamins und die letzte(n) Ziffer(n) die C-Atomzahl der Dicarbonsäure angeben. Wird nur eine Zahl angegeben, so bedeutet dies, dass von einer Aminocarbonsäure bzw. deren Lactam ausgegangen wird. Beispielsweise handelt es sich bei Polyamid 6 um Polycaprolactam, ein Kondensationsprodukt aus ϵ -Caprolactam bzw. ω -Aminocapronsäure. Als Polyamid 66 wird das Polymer aus Hexamethyldiamin und Adipinsäure bezeichnet. Bei einem Copolyamid einer erfindungsgemässen Zusammensetzung handelt es sich um ein Kondensationsprodukt aus Polycaprolactam, Hexamethyldiamin und Adipinsäure, auch als PA66/6 bezeichnet.

[0023] Bevorzugt beträgt das Molekulargewicht der Komponente (A) im Zahlenmittel zwischen 14 000 und 28 000 [1/mol] für PA6, was einer Viskositätszahl von 115 bis 220 cm³/g bei $c = 0.5\%$ in Schwefelsäure entspricht. Vorzugsweise beträgt die Viskositätszahl für PA6 120 bis 200 cm³/g, besonders bevorzugt 130–160 cm³/g. Für PA66 beträgt das Molekulargewicht insbesondere im Zahlenmittel zwischen 18 000 und 26 000 [1/mol], was einer Viskositätszahl von 145 bis 205 cm³/g bei $c = 0.5\%$ in Schwefelsäure entspricht. Vorzugsweise beträgt die Viskositätszahl für PA66 120 bis 200 cm³/g, besonders bevorzugt 130–160 cm³/g.

[0024] Erfindungsgemäss weist die Zusammensetzung des Weiteren wenigstens einen Modifikator auf. Ein Modifikator ist eine Verbindung, durch die die Eigenschaften der Zusammensetzung positiv beeinflusst werden können. Beispielsweise können durch einen Modifikator die mechanischen, insbesondere die Schlageigenschaften bei Raumtemperatur und/oder thermoplastischen Eigenschaften der Zusammensetzung z.B. bei –30 °C positiv beeinflusst werden.

[0025] In einer bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemässen Zusammensetzung handelt es sich bei dem Modifikator um Copolymere des Ethylens in Kombination mit Propylen, Butylen, Octen und/oder Acrylaten oder Copolymere des Ethylens mit Vinylacetat oder Vinylcarbonsäuren (z.B. Acrylsäure), teilweise auch neutralisiert mit Metallhydroxiden (z.B. des Natriums, Calciums oder Zinks). Insbesondere funktionalisierte Copolymere des Ethylens mit Propylen, auch Butylen oder Octen und Carbonsäureanhydriden (z.B. Maleinsäureanhydrid) oder weitere reaktive Gruppen (z.B. Glycidylgruppe) haben sich als wirkungsvoll erwiesen. Die Modifikatoren können auch als Copolymere des Ethylens/Propylens mit einem Dien (z.B. Butadien) oder Butadiens mit Styrol oder auch als Propfcopolymere von Styrol mit Butadien, Styrol mit Methacrylat/Butadien, Styrol mit Methacrylat/Acrylnitril/ Butadien, oder Acrylsäure/Styrol/ Acrylnitril oder Acrylsäureester/ Styrol- Propfcopolymer verwendet werden. Diese können zur Verträglichkeit weiterhin z.B. mit Maleinsäureanhydrid funktionalisiert oder zusammen mit einem Verträglichkeitsmacher, wie Styrol-Maleinsäureanhydrid, geblendet sein. Auch können Modifikatoren nach dem Kern-Schale-Prinzip mit einem Kern eines Kautschuks und der Schale eines Copolymeres aus Styrol, Methacrylat und/oder Acrylnitril verwendet werden.

[0026] Bei dem mindestens einen Modifikator der Zusammensetzung handelt es sich bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform um ein ethylenbasiertes Copolymer, insbesondere ein säuremodifiziertes Ethylen- α -Olefin-Copolymer, ein modifiziertes Ethylen-Elastomer oder ein Ethylen-Glycidyl-Methacrylsäure-Copolymer handeln.

[0027] Erfindungsgemäss enthält die Zusammensetzung ein oder mehrere Flammenschutzmittel. Der Zusatz eines Flammenschutzmittels ist notwendig, da die Flammeigenschaften des Polyamids durch den Modifikator negativ beeinflusst werden. Durch den Zusatz des wenigstens einen Flammenschutzmittels weist die erfindungsgemässe Zusammensetzung eine Flammwidrigkeit nach UL 94 V2 bei einer Mindestwandstärke von 1.6 mm auf, sowie einen Glühdrahttest nach GWFI von mindestens 650 °C.

[0028] In einer besonders bevorzugten Ausführungsform enthält die Zusammensetzung nicht nur ein Flammenschutzmittel, sondern mehrere, die auch synergistische Wirkungen haben.

[0029] Das wenigstens eine Flammenschutzmittel ist ausgewählt aus der Gruppe von Melamin, Melamin-Verbindungen oder einer Metallverbindung. Bevorzugt sind als Melamin-Verbindungen säuremodifizierte Melamine, wie Melamincyanurat, Melaminphosphat, Melaminborat und Melaminoxalat, wobei Melamincyanurat besonders bevorzugt ist. Melamincyanurat kann dabei aus äquimolaren Mengen Melamin und Cyanursäure bzw. Isocyanursäure hergestellt werden. Durch den Zusatz eines derartigen Flammenschutzmittels kann eine besonders geringe Schädigung des umgebenden Kunststoffes (insbesondere durch Polymerabbau) bewirkt werden.

[0030] Ist als Flammenschutzmittel eine Metallverbindung vorgesehen, kann es sich dabei insbesondere um ein Metallphosphinat handeln.

[0031] Die erfindungsgemässe Zusammensetzung enthält ausserdem mindestens einen Zusatzstoff oder ein Additiv. Dieser Zusatzstoff oder das Additiv bewirken, dass die Zusammensetzung hitzestabilisiert wird, zum einen um eine gute Verarbeitung zu gewährleisten als auch später einen Einsatz der Zusammensetzung, respektive der Kabelverschraubung, bei erhöhten Temperaturen zu ermöglichen. Der wenigstens eine Zusatzstoff oder das wenigstens eine Additiv ist ausgewählt aus der Gruppe von Antioxidantien, Hitzestabilisatoren, Fliess- und Verarbeitungshilfsmittel sowie Kristallisationsbeschleuniger, UV-Stabilisatoren (Alterungsschutz gegen UV-Licht), Haftvermittler, Farbpigmente oder Farbstoffe. Als Farbpigmente können anorganische oder organische Verbindungen eingesetzt werden.

[0032] In einer bevorzugten Ausführungsform enthält die Zubereitung ausserdem einen Füllstoff- und/oder mindestens eine Verstärkungsfaser. Füllstoffe können dabei allgemein in anorganische und organische Füllstoffe eingeteilt werden, die insbesondere in der Kunststoffindustrie zur Volumen- und/oder Gewichtserhöhung eingesetzt werden. Hierbei sind insbesondere die Einflüsse auf die Härte, die Festigkeit, die Wärmeformbeständigkeit und die Massbeständigkeit zu nennen. Beispiele für anorganische Füllstoffe sind natürliche Calciumcarbonate, insbesondere Kreide, gefällte Calciumcarbonate, Dolomit, Silikate, Kaolin, Glimmer, Bariumsulfat, Kieselerde, Titandioxid, Zinkoxid, Schichtsilikate, exfolierte Schichtsilikate, Gesteinsmehle oder Glaskugeln, Aluminiumhydroxid und Erdalkalihydroxid.

[0033] Verstärkungsfasern werden vorzugsweise aus der Gruppe von Glasfasern, Talkum oder Wollastonit ausgewählt. Es sind aber auch Kombinationen dieser Verstärkungsfasern einsetzbar. Die Glasfasern haben im Allgemeinen einen Faserdurchmesser zwischen 8 und 18 µm. Es sind auch Flach- oder Hohlglasfasern bekannt. Die Glasfasern können als Endlofasern oder als geschnittene oder gemahlene Glasfasern zugesetzt werden, wobei die Fasern gegebenenfalls mit Oberflächenmodifizierungen wie beispielsweise Silanen oder Glasfaserschichten versehen sein können. In einer bevorzugten Ausführungsform enthält die erfindungsgemässe Ausführungsform 1 bis 30 Gew.-% Glasfasern als Verstärkungsfaser.

[0034] Talkum und Wollastonit können mit einem Längen/Durchmesser-Verhältnis grösser 3:1 eingesetzt werden.

[0035] Ein weiterer Aspekt der Erfindung ist die Verwendung der erfindungsgemässen Zusammensetzung als Kabelverschraubung. Dabei können die vorgenannten Vorteile in besonders vorteilhafter Weise realisiert werden.

[0036] Weiterhin kann die Zusammensetzung auch als Fasern, Folien und Formkörper jeglicher Art verwendet werden. Dabei sind beispielhaft Stecker, Gehäuse und Abdeckungen zu nennen.

[0037] Eine Kabelverschraubung mit einer erfindungsgemässen Zusammensetzung kann wie folgt hergestellt werden: In einem ersten Schritt werden die Einzelkomponenten, d.h. das Polyamid, der Modifikator, das Flammenschutzmittel, der Zusatzstoff oder das Additiv und gegebenenfalls ein Füllstoff oder eine Verstärkungsfaser, gemischt. Diese Einzelkomponenten werden vorzugsweise auf einem Doppelschneckenextruder, einem Einzelschneckenextruder, einem Innenmischer oder einem Taumelmischer gemischt.

[0038] In einem zweiten Schritt wird der Polymerzusammensetzung die Form gegeben. Dies erfolgt durch Spritzgiessen, wobei die Polymerzusammensetzung in einem beheizten Zylinder unter Rotation aufgeschmolzen wird und in ein temperiertes Werkzeug gespritzt wird, wobei die Werkzeugtemperatur geringer ist als die Erstarrungstemperatur der Polymerzusammensetzung. Dies hat zur Folge, dass diese erstarrt und anschliessend als Kabelverschraubung entformt werden kann.

[0039] In einem dritten Schritt kann die Kabelverschraubung wahlweise direkt der Weiterverarbeitung, vorzugsweise der Konfektionierung mit einem Kunststoff-Stutzen, Dichtring oder Mutter, zugeführt werden.

[0040] Durch das erfindungsgemässe Verfahren können die Produktionszeiten für Kabelverschraubungen verkürzt werden. Dadurch wird eine höhere Lieferbereitschaft erreicht. Trotz Reduktion des Herstellungsaufwandes wird eine gleichbleibende Qualität, insbesondere innerhalb eines Produktionsloses, erreicht. Die Kosten für den Herstellungsprozess von Kabelverschraubungen werden reduziert.

Beispiele:

[0041] Die genannten und weiteren Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus den nun folgenden Beispielen. Dabei können die einzelnen Merkmale jeweils für sich alleine oder in Kombination miteinander verwirklicht sein.

[0042] Die erfindungsgemässe Polymerzusammensetzung wurde in vier Anwendungsbeispielen getestet und mit einer Standardzusammensetzung eines Polyamides für Kabelverschraubungen verglichen.

[0043] Die Herstellung der Anwendungsbeispiele A1 und A2 erfolgte auf einem Doppelschneckenextruder ZE 25 R/A der Firma Berstorff mit einer Verfahrenslänge L/D von 44. Das Basispolymer sowie der Modifikator wurden vorgelegt und der Flammenschutz sowie die Antioxidantien weiter stromabwärts in die Schmelze zudosiert. Die Verarbeitungstemperaturen betrugen 250–260 °C. Die homogenisierte Polymerzusammensetzung wurde als Strang abgezogen, im Wasserbad gekühlt und anschliessend granuliert.

[0044] Die Herstellung der Anwendungsbeispiele A3 und A4 erfolgte durch Mischen je einer schlagzähen und einer flammgeschützten käuflichen Verbindung auf einem Taumelmischer als Dryblend unter Zugabe, beispielsweise eines Gleitmittels. Die schlagzähe Verbindung enthält neben einem Polyamid einen Modifikator, die flammgeschützte Verbindung enthält neben einem Polyamid ein Flammgeschutzmittel.

[0045] Die Herstellung der Probekörper für die Anwendungsbeispiele A1, A2, A3 und A4 zur Durchführung der Zugversuche und Kerbschlagversuche erfolgte auf einer Arburg Spritzgiessmaschine Typ 270 S 250 60 mit einem Schnecken-durchmesser von 18 mm bei Massetemperaturen von 245–260 °C und einer Werkzeugtemperatur von 80 °C.

[0046] Anschliessend wurden die Probekörper einmal trocken, d.h. spritzfrisch in feuchtigkeitsdichten Aluminiumverbund-beuteln verpackt. Zum anderen wurden die Probekörper bei 70 °C und 62,5% Luftfeuchtigkeit 2 Tage konditioniert, was einem Feuchtigkeitsgehalt von 1,5% entspricht, und anschliessend ebenfalls in feuchtigkeitsdichten Aluminiumverbund-beuteln verpackt und vor Prüfung mindestens 96 h bei Raumtemperatur gelagert.

[0047] Als Kriterium für die Festigkeit wurde der Zugversuch nach EN ISO 527-2 ermittelt, für die Bewertung der Kerbschlagzähigkeit wurde nach ISO 179/1eA geprüft.

[0048] Tabelle 1 zeigt die Zusammensetzung der Anwendungsbeispiele A1, A2, A3, und A4 und das Vergleichsbeispiel V1.

Beispiel/ Zusammensetzung	A1 [Gew.-%]	A2 [Gew.-%]	A3 [Gew.-%]	A4 [Gew.-%]	V1 [Gew.-%]
Polyamid 6	84.96	84.96	-	-	-
SZ1	8	-	-	-	-
SZ2	-	8	-	-	-
MC	7.5	7.5	-	-	-
AO1	0.3	0.3	-	-	-
AO2	0.1	0.1	-	-	-
Gleitmittel	0.04	0.04	0.04	0.04	-
Compound 1	-	-	49.98	-	-
Compound 2	-	-	49.98	-	-
Compound 3	-	-	-	49.98	-
Compound 4	-	-	-	49.98	-
Vergleichsmaterial	-	-	-	-	100

Erläuterung der Zusammensetzung:

[0049]

Polyamid 6:	Polyamid 6 nach ISO 1847/1, MH,14-030N Frianyl B 63 V2, Fa. Nilit Plastics
SZ1:	Modifikator 1,n-Tafmer MC 201, Fa. Mitsui
SZ2:	Modifikator 2, Fusabond N 493, Fa. Du Pont
MC:	Melamincyanurat, Melapur MC 25, Fa. Ciba
AO1:	Irganox 245, Fa. Ciba
AO2:	Sandostab P-EPQ, Fa. Clariant

CH 705 776 B1

Gleitmittel:	Ceasit AV PA, Fa. Krahn Chemie
Compound 1:	Grilon BZ3, Fa. EMS-Chemie
Compound 2:	Grilon BSVOX, Fa. EMS-Chemie
Compound 3:	Ultramid B3L, Fa. BASF
Compound 4:	Ultramid B3U, Fa. BASF
Vergleichsmaterial:	Frianyl B63 V2, Fa. Nilit Plastics

[0050] Tabelle 2: Zugprüfung bei 23 °C: Prüfkörper trocken = spritzfrisch

Material/ Eigenschaft	E-Modul [MPa]	Streck- Spannung [MPa]	Streck- Dehnung [%]	Bruch- Spannung [MPa]	Bruch- Dehnung [%]
A1	2560	49.4	3.5	42.5	32.5
A2	2490	52.3	3.4	43.7	10.4
A3	2520	60.5	4.0	43.6	23.7
A4	2740	69.5	3.8	57.1	9.6
V1	3360	82.4	4.0	56.4	11

[0051] Tabelle 3: Zugprüfung bei 23 °C: Prüfkörper konditioniert (1.5% Wassergehalt)

Material/ Eigenschaft	E-Modul [MPa]	Max. Zugfestigkeit [MPa]	Spannung bei 50% Dehnung [%]	Bruch- Spannung [MPa]	Bruch- Dehnung [%]
A1	921	34.8	31.8	33.8	170
A2	1090	32.7	31.9	30.4	107
A3)	1100	46.4	36.1	44.8	180
A4	1340	43.1	40.2	36.8	65.4
V1	1490	50.2	42.2	38.7	164

[0052] Tabelle 4: Zugprüfung bei –30 °C: Prüfkörper trocken = spritzfrisch

Material/ Eigenschaft	E-Modul [MPa]	Streck- Spannung [MPa]	Streck- Dehnung [%]	Bruch- Spannung [MPa]	Bruch- Dehnung [%]
A1	2780	67.3	7	62.3	20.1
A2	2700	68.4	5.5	62.7	9.8
A3	3010	82.6	5.8	63.3	18.2
A4	3560	92.6	5.9	87.7	7.4
V1	3760	107	5.8	96.2	7.6

[0053] Tabelle 5: Zugprüfung bei –30 C: Prüfkörper konditioniert (1.5% Wassergehalt)

Material/ Eigenschaft	E-Modul [MPa]	Streck- Spannung [MPa]	Streck- Dehnung [%]	Bruch- Spannung [MPa]	Bruch- Dehnung [%]
A1	3030	61.1	5.4	52.2	19.6
A2	3040	65.2	4.6	54.9	15.2
A3)	3370	77.4	5.4	57.1	15.9
A4	3980	86	5.1	76.1	14.1
V1	4210	100	5.1	86.4	10.6

[0054] Tabelle 6: Kerbschlagversuch

Material/ Eigenschaft	Kerbschlag- zähigkeit [kJ/m ²] trocken bei 23 °C	Kerbschlag- zähigkeit [kJ/m ²] konditioniert bei 23 °C	Kerbschlag- zähigkeit [kJ/m ²] trocken bei -30 °C	Kerbschlag- zähigkeit [kJ/m ²] konditioniert bei -30 °C
A1	7.1	15.5	6.4	6.4
A2	6.8	13.6	5.9	5.6
A3	9.7	26.9	8.2	8.0
A4	3.3	8.8	2.6	2.5
V1	2.1	8.4	1.9	2.0

[0055] Tabelle 7: Prüfung der Flammwidrigkeit nach UL 94 und des GWFI, glow wire flammability test

Material/ Eigenschaft	UL 94 trocken bei 23 °C d = 3.2 mm d = 1.6 mm	GWFI trocken bei 23 °C d = 2 mm 650 ° C
A1	V2	Bestanden
A2	V2	Bestanden
A3	V2	Bestanden
A4	V2	Bestanden
V1	V2	Bestanden

[0056] Die Anwendungsbeispiele zeigen, dass die erfindungsgemässen Polymerzusammensetzungen A1 und A2, insbesondere A1, eine deutlich höhere Dehnung im trockenen Zustand bei 23 °C und -30 °C als das Vergleichsmaterial besitzt.

[0057] Bei der Kerbschlagzähigkeit werden die Vorteile der erfindungsgemässen Polymerzusammensetzungen besonders ersichtlich. Die Varianten A1 und A2 erreichen trocken bei 23 °C das Niveau des konditionierten Wertes des Vergleichsmaterials, im konditionierten Zustand werden die Vergleichswerte deutlich übertroffen. Bei -30 °C liegen die Werte der Kerbschlagzähigkeit der Varianten A1 und A2 deutlich über dem des Vergleichsmaterials.

[0058] Überraschend konnte gezeigt werden, dass mit der erfindungsgemässen Polymerzusammensetzung A3 aus einem Dry-Blend ebenfalls sehr gute Werte gegenüber dem Vergleichsmaterial erzielt werden konnten.

[0059] Damit konnte experimentell anhand der mechanischen Eigenschaften die Verbesserung durch die erfindungsgemässen Varianten aufgezeigt werden. Die Verbesserung der erfindungsgemässen Varianten A1, A2, und A3 konnte auch bei der Montage im trockenen, d.h. spritzfrischen Zustand von Stutzen, Mutter und dem Dichtring gezeigt werden, ohne dass eine mechanische Beschädigung aufgetreten ist. Damit wurde das der Erfindung zugrunde liegende Problem gelöst.

Die erhöhten Dehnungswerte der erfindungsgemässen Varianten im trockenen Zustand als auch erhöhten Kerbschlagfestigkeiten im trockenen und konditionierten Zustand bei Raumtemperatur als auch -30°C erhöhen die Produktsicherheit, wodurch die Erfindung zusätzlich aufgewertet wird.

Patentansprüche

1. Zusammensetzung für eine Kabelverschraubung, enthaltend
30 bis 96 Gew.-%, vorzugsweise 55 bis 95 Gew.-%, eines Polyamids 6 und/oder eines Polyamids 66 und/oder eines deren Copolyamide davon;
2 bis 25 Gew.-%, vorzugsweise 3 bis 20 Gew.-%, mindestens eines Modifikators;
2 bis 15 Gew.-%, vorzugsweise 2 bis 12.5 Gew.-%, mindestens eines Flammenschutzmittels;
0.01 bis 5 Gew.-%, vorzugsweise 0.3 bis 4.5 Gew.-% mindestens eines Additives.
2. Zusammensetzung gemäss Anspruch 1, wobei der mindestens eine Modifikator
a) ein säuremodifiziertes Ethylen-Copolymer, oder
b) ein säureanhydridmodifiziertes Ethylen- α -Olefin-Copolymer, oder
c) ein säureanhydridmodifiziertes Ethylen-Acrylat-Copolymer, oder
d) ein Ethylen-Glycidylmethacrylsäure-Copolymer ist.
3. Zusammensetzung gemäss einem der vorangehenden Ansprüche, wobei das mindestens eine Flammenschutzmittel aus der Gruppe von Melamincyanurat, Metallphosphinate, Melamin, Melaminphosphat, Melaminborat oder Melaminoxalat ausgewählt ist.
4. Zusammensetzung gemäss einem der vorangehenden Ansprüche, zusätzlich enthaltend mindestens einen Füllstoff und/oder mindestens eine Verstärkungsfasern.
5. Zusammensetzung gemäss Anspruch 4, wobei der mindestens eine Füllstoff aus einer Gruppe von natürlichen Calciumcarbonaten, insbesondere Kreide, gefällten Calciumcarbonaten, Dolomit, Silikate, Kaolin, Glimmer, Gesteinsmehle, oder Glaskugeln, ausgewählt ist.
6. Zusammensetzung gemäss Anspruch 4, wobei die mindestens eine Verstärkungsfasern aus der Gruppe von Glasfasern, Talkumfasern, Wollastonit, oder Kombinationen davon ausgewählt ist.
7. Zusammensetzung gemäss einem der Ansprüche 5 und 6, enthaltend 1 bis 30 Gew.-% Glasfasern als Verstärkungsfasern.
8. Zusammensetzung gemäss einem der vorangehenden Ansprüche, wobei das wenigstens eine Additiv aus der Gruppe von Antioxidantien, Hitzestabilisatoren, UV-Stabilisatoren, Haftvermittler, Farbpigmenten oder Farbstoffen, ausgewählt ist.
9. Kabelverschraubung, hergestellt aus einer Zusammensetzung gemäss einem der Ansprüche 1–8.
10. Fasern, hergestellt aus einer Zusammensetzung gemäss einem der Ansprüche 1–8.
11. Folie, hergestellt aus einer Zusammensetzung gemäss einem der Ansprüche 1–8.
12. Formkörper, hergestellt aus einer Zusammensetzung gemäss einem der Ansprüche 1–8.
13. Verfahren zur Herstellung einer Kabelverschraubung mit einer Zusammensetzung gemäss einem der Ansprüche 1 bis 8, bestehend aus den Schritten:
– Mischen der Einzelkomponenten der Polymerzusammensetzung, vorzugsweise auf einem Doppelschneckenextruder, einem Einzelschneckenextruder, Innenmischer oder Taumelmischer,
– Formgebung der Polymerzusammensetzung durch Spritzgiessen, wobei die Polymerzusammensetzung in einem beheizten Zylinder unter Rotation aufgeschmolzen wird und in ein temperiertes Werkzeug gespritzt wird, wobei die Werkzeugtemperatur geringer ist als die Erstarrungstemperatur der Polymerzusammensetzung, wodurch diese erstarrt und anschliessend als Kabelverschraubung entformt wird.