



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 103 41 123 A1** 2005.03.31

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **103 41 123.2**

(22) Anmeldetag: **06.09.2003**

(43) Offenlegungstag: **31.03.2005**

(51) Int Cl.<sup>7</sup>: **C09J 7/04**

**B32B 27/32, B29C 47/06**

(71) Anmelder:  
**tesa AG, 20253 Hamburg, DE**

(72) Erfinder:  
**Müssig, Bernhard, Dr., 21218 Seevetal, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu  
ziehende Druckschriften:  
**WO 2004/0 56 934 A1**

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Leicht reißbares Wickelband aus coextrudierter Folie**

(57) Zusammenfassung: Halogenfreies Wickelband, bestehend aus einer zumindest zweischichtigen Folie sowie bevorzugt einer darauf aufgetragenen Klebstoffschicht, dadurch gekennzeichnet, dass die Folie aufweist

A) eine erste Schicht, die ein Copolymer enthält aus

(a) einem  $\alpha$ -Olefin der Formel  $R-CH=CH_2$ , wobei R Wasserstoff oder ein Alkylrest mit 1 bis 10 Kohlenstoffatomen ist, und

(b) einer  $\alpha,\beta$ -ethylenisch ungesättigten Carbonsäure aus 3 bis 8 Kohlenstoffatomen sowie

(c) optional einem weiteren monoethylenisch ungesättigten Monomer, wobei die Carbonsäuregruppen des Copolymers zu 10 bis 90% durch Neutralisation mit Metallionen substituiert sind, und

B) mindestens eine weitere zweite Schicht aus einem Ethylenpolymer mit einem Schmelzindex von weniger als 8 g/10 min bei 2,16 kg und 190°C.

## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein leicht reißbares halogenfreies Wickelband bestehend aus einer coextrudierten Folie sowie bevorzugt einer darauf aufgebrachtene Klebstoffschicht. Das Wickelband ist zum Beispiel zum Umwickeln von Lüftungsleitungen in Klimaanlage, Drähten oder Kabeln vorgesehen und ist insbesondere für Kabelbäume in Fahrzeugen oder Feldspulen für Bildröhren geeignet. Das Wickelband dient dabei zum Bündeln, Isolieren, Markieren, Abdichten oder Schützen. Des weiteren umfasst die Erfindung Verfahren zur Herstellung der erfindungsgemäßen Folie.

**[0002]** Kabelwickelbänder und Isolierbänder bestehen üblicherweise aus weichgemachter PVC-Folie mit einer einseitigen Haftklebstoffbeschichtung. Nachteile dieser beinhalten Ausdampfung von Weichmachern und einen hohen Halogengehalt.

**[0003]** Die Weichmacher konventioneller Isolierbänder und Kabelwickelbänder dampfen allmählich aus, was zu einer Gesundheitsbelastung führt, insbesondere ist das üblicherweise verwendete DOP bedenklich. Weiterhin schlagen sich die Dämpfe in Kraftfahrzeugen an den Scheiben nieder, was die Sicht (und damit erheblich die Fahrsicherheit) verschlechtert und vom Fachmann als Fogging (DIN 75201) bezeichnet wird. Bei noch stärkerer Verdampfung durch höhere Temperaturen, zum Beispiel im Motorinnenraum von Fahrzeugen oder bei Isolierbändern in elektrischen Geräten, versprödet das Wickelband durch den entstehenden Weichmacherverlust.

**[0004]** Weichmacher verschlechtern das Brandverhalten des reinen PVCs, was durch Zugabe von Antimonverbindungen, die toxisch sehr bedenklich sind, oder durch Verwendung chlor- oder phosphorhaltiger Weichmacher teilweise kompensiert wird.

**[0005]** Vor dem Hintergrund der Diskussion um Verbrennung von Kunststoffabfällen, zum Beispiel Shredderabfall aus dem Fahrzeugrecycling, besteht der Trend zur Reduktion des Halogengehaltes und damit der Dioxinreduzierung. Daher werden bei den Kabelisolierungen die Wandstärken und bei den zum Umwickeln verwendeten Bändern die Dicken der PVC-Folie reduziert. Die übliche Dicke der PVC-Folien für Wickelbänder beträgt 85 bis 200 µm. Unterhalb von 85 µm treten erhebliche Probleme im Kalanderverfahren auf, so dass solche Produkte mit vermindertem PVC-Gehalt kaum verfügbar sind.

**[0006]** Die üblichen Wickelbänder enthalten Stabilisatoren auf Basis giftiger Schwermetalle, zumeist Blei, seltener Cadmium oder Barium.

## Stand der Technik

**[0007]** Stand der Entwicklung zum Bandagieren von Leitungssätzen sind Wickelbänder mit und ohne Klebstoffbeschichtung, die aus einem PVC-Trägermaterial bestehen, das durch Einarbeitung von erheblichen Mengen (30 bis 40 Gew.-%) an Weichmacher flexibel eingestellt ist. Das Trägermaterial ist zumeist einseitig mit einer Selbstklebmasse auf Basis von SBR-Kautschuk beschichtet. Erhebliche Mängel dieser PVC-Wickelklebebänder sind ihre geringe Alterungsstabilität, das Auswandern und Verdunsten von Weichmacher, ihr hoher Halogengehalt sowie eine hohe Rauchgasdichte im Brandfall.

**[0008]** In JP 10 001 583 A1, JP 05 250 947 A1, JP 2000 198 895 A1 und JP 2000 200 515 A1 werden typische Weich-PVC-Klebebänder beschrieben. Um eine höhere Flammfestigkeit der Weich-PVC-Materialien zu erreichen, wird üblicherweise, wie zum Beispiel in JP 10 001 583 A1 offenbart, die stark toxische Verbindung Antimonoxid verwendet.

**[0009]** Es gibt Bemühungen, statt Weich-PVC-Folie Gewebe oder Vliese zu verwenden. Die daraus resultierenden Produkte werden aber in der Praxis nur wenig eingesetzt, da sie relativ teuer sind und sich in der Handhabung (zum Beispiel Handeinreißbarkeit, elastisches Rückstellvermögen) und unter Nutzungsbedingungen (zum Beispiel Beständigkeit gegen Betriebsflüssigkeiten, elektrische Eigenschaften) stark von den gewohnten Produkten unterscheiden, wobei im folgenden ausgeführt der Dicke eine besondere Bedeutung zukommt.

**[0010]** In DE 200 22 272 U1, EP 1 123 958 A1 und WO 99/61541 A1 sind Wickelklebebänder aus einem gewebe- oder vliesartigem Trägermaterial beschrieben. Diese Materialien zeichnen sich durch eine sehr hohe Reißfestigkeit aus. Daraus resultiert jedoch der Nachteil, dass diese Klebebänder bei der Verarbeitung nicht ohne Zuhilfenahme von Scheren oder Messern von Hand abgerissen werden können. Reißbarkeit, Dehnbarkeit und Flexibilität sind die Hauptanforderungen an die Wickelklebebänder, um falten-

freie Wicklung und biegsame Kabelbäume herstellen zu können.

**[0011]** Im modernen Fahrzeugbau werden die Kabelbäume einerseits durch die Vielzahl der elektrischen Verbraucher und dem vermehrten Informationstransfer innerhalb der Fahrzeuge immer dicker und steifer, während andererseits der Verbaubereich immer stärker reduziert und somit die Montage (Durchführung beim Verlegen in der Karosserie) problematischer wird. Dadurch ist ein dünnes Folientape vorteilhaft. Des Weiteren wird für eine effiziente und kostengünstige Kabelbaumherstellung von den Kabelwickelbändern eine leichte und schnelle Verarbeitbarkeit erwartet.

**[0012]** Wickelbänder auf Basis von Weich-PVC-Folien werden in Automobilen zur Bandagierung von elektrischen Leitungen zu Kabelbäumen eingesetzt. Stand in den Anfängen der technischen Entwicklung die Verbesserung der elektrischen Isolation bei Verwendung dieser ursprünglich als Isolierbänder entwickelten Wickelbänder im Vordergrund, müssen derartige Kabelsatzbänder mittlerweile weitere Funktionen erfüllen, wie die Bündelung und dauerhafte Fixierung einer Vielzahl von Einzelkabeln zu einem stabilen Kabelstrang, sowie den Schutz der Einzelkabel und des gesamten Kabelstrangs gegen mechanische, thermische und chemische Schäden.

**[0013]** In DE 199 10 730 A1 wird ein Laminatträger beschrieben, der aus Velours oder Schaumstoff und einem Vlies besteht, welcher mittels eines doppelseitigen Klebebandes oder mit einem Schmelzkleber adhäsiv verbunden ist.

**[0014]** EP 0 886 357 A2 beschreibt eine dreilagige Schutzummantelung aus einem Spinnfaservlies, einem PET-Gewirke sowie einem Schaumstoff- oder Filzstreifen, die zusammenkaschiert sind, wobei die Schutzummantelung zusätzlich noch sehr aufwendig mit Klebestreifen und Klettverschlussystemen zumindest partiell versehen ist.

**[0015]** In EP 1 000 992 A1 wird ein gelochtes Baumwolle-Vlies mit einer 10 bis 45 µm dicken Polyethylenbeschichtung sowie einer zusätzlichen Releasebeschichtung beschrieben.

**[0016]** Die DE 94 01 037 U beschreibt ein Klebeband mit einem bandförmigen, textilen Träger, der aus einem Nähvlies besteht, das seinerseits aus einer Vielzahl parallel zueinander laufender, eingenähter Nähte gebildet wird. Das hier vorgeschlagene Vlies soll bei einem Flächengewicht von 50 bis 200 g/m<sup>2</sup> eine Dicke von 150 bis 400 µm aufweisen.

**[0017]** Die DE 44 42 092 C1 beschreibt ein Klebeband auf Nähvliesbasis, das auf der Trägerrückseite beschichtet ist. Der DE 44 42 093 C1 liegt die Verwendung eines Vlieses als Träger für ein Klebeband zugrunde, das durch die Bildung von Maschen aus den Fasern des Vlieses verstärktes Querfaservlies entsteht, also ein dem Fachmann unter dem Namen Malivlies bekanntes Vlies. Die DE 44 42 507 C1 offenbart ein Klebeband zur Kabelbandagierung, jedoch basiert es auf sogenannten Kunit- beziehungsweise Multiknitvliesen. In allen drei Dokumenten werden dabei Vliese eingesetzt, die ein Flächengewicht von ungefähr 100 g/m<sup>2</sup> aufweisen, wie man den Beispielen entnehmen kann.

**[0018]** Aus der DE 195 23 494 C1 ist die Verwendung eines Klebebandes mit einem Träger aus Vliesmaterial einer Dicke von 400 bis 600 µm zum Bandagieren von Kabelbäumen bekannt, das einseitig mit einem Kleber beschichtet ist.

**[0019]** Aus der DE 199 23 399 A1 ist ein Klebeband mit einem bandförmigen Träger aus Vliesmaterial bekannt, das zumindest einseitig mit einem Kleber beschichtet ist, wobei das Vlies eine Dicke von 100 µm bis 3000 µm, insbesondere 500 bis 1000 µm aufweist.

**[0020]** Derartig dicke Vliese machen die Kabelbäume noch dicker und unflexibler als klassische PVC-Tapes. Dies wirkt sich positiv auf die Schalldämmung aus, was allerdings nur in einigen Bereichen von Kabelbäumen von Vorteil ist.

**[0021]** Vliese sind aber wenig dehnbar und weisen praktisch kein Rückstellvermögen auf. Dies ist von Bedeutung, da dünne Äste von Kabelbäumen so stramm gewickelt sein müssen, dass sie beim Einbau nicht schlaff herunterhängen und sich leicht vor dem Anclipsen und Anbau der Stecker positionieren lassen.

**[0022]** Ein weiterer Nachteil von Textilklebebändern ist die geringe Durchschlagsspannung von ca. 1 kV, weil nur die Klebstoffschicht isoliert. Folienbänder hingegen liegen über 5 kV, sie sind gut spannungsbeständig.

**[0023]** Wickelbänder und Kabelisolierungen aus thermoplastischem Polyester wurden versuchsweise zur Herstellung von Kabelbäumen verwendet. Diese weisen erhebliche Mängel bezüglich ihrer Flexibilität, Verarbeitbarkeit, Alterungsbeständigkeit oder Kompatibilität zu den Kabelmaterialien auf. Der schwerwiegendste Nachteil von Polyester ist jedoch die erhebliche Hydrolyseempfindlichkeit, so dass ein Einsatz aus Sicherheitsgründen in Automobilen nicht in Frage kommt.

**[0024]** In DE 100 02 180 A1, JP 10 149 725 A1, JP 09 208 906 A1 und JP 05 017 727 A1 wird der Einsatz von halogenfreien thermoplastischen Polyester-Trägerfolien beschrieben. In JP 07 150 126 A1 wird eine flammwidrige Wickelfolie aus einer Polyester-Trägerfolie beschrieben, welche ein bromiertes Flammschutzmittel enthält.

**[0025]** In der Patentliteratur werden auch Wickelbänder aus Polyolefinen beschrieben. Diese enthalten entweder halogenhaltige Flammschutzmittel oder sehr hohe Mengen an Füllstoffen, welche eine geringe Flexibilität, Weißbruch bei Dehnung und sehr geringe Reißfestigkeit verursachen.

**[0026]** In der WO 00/71634 A1 wird ein Wickelklebeband beschrieben, dessen Folie aus einem Ethylen-Copolymer als Basismaterial besteht. Die Trägerfolie enthält das halogenhaltige Flammschutzmittel Decabromdiphenyloxid. Die Folie erweicht jedoch schon unterhalb einer Temperatur von 95 °C.

**[0027]** In der WO 97/05206 A1 wird ein halogenfreies Wickelklebeband beschrieben, dessen Trägerfolie aus einem Polymerblend aus Polyethylen niedriger Dichte und einem Ethylen/Vinylacetat- oder einem Ethylen/Acrylat-Copolymer besteht. Als Flammschutzmittel werden 20 bis 50 Gew.-% Aluminiumhydroxid oder Ammoniumpolyphosphat verwendet. Ein erheblicher Nachteil der Trägerfolie ist wiederum eine Erweichungstemperatur unter 100 °C. Um dem entgegen zu wirken, wird die Verwendung von Silan-Vernetzern beschrieben. Das Wickelklebeband weist außerdem geringe Flexibilität, Weißbruch bei Dehnung und sehr geringe Reißfestigkeit auf.

**[0028]** Analoge Probleme treten auch bei den nachfolgend aufgeführten füllstoffhaltigen Isolierklebebandern auf.

**[0029]** WO 99/35202 A1 und US 5,498,476 A1 beschreiben ein Trägerfolienmaterial aus einem Blend von EPDM und EVA in Kombination mit Ethylendiaminphosphat als Flammschutzmittel. Dieses weist wie auch Ammoniumpolyphosphat eine hohe Hydrolyseempfindlichkeit auf. In Kombination mit EVA tritt zudem eine Versprödung bei Alterung auf. Die beschriebenen Isolierbänder sind für Kabelbaumwickelbänder zu dick und viel zu unflexibel.

**[0030]** Die EP 0 953 599 A1 beansprucht eine Polymermischung aus LLDPE und EVA für Anwendungen als Kabelisolierungen und als Folienmaterial. Als Flammschutzmittel wird eine Kombination aus Magnesiumhydroxid mit spezieller Oberfläche und rotem Phosphor beschrieben.

**[0031]** Eine sehr ähnliche Kombination wird in der EP 1 097 976 A1 beschrieben. Hier wird anstatt des LLDPEs ein PP-Polymer verwendet. Nachteil ist jedoch die daraus resultierende geringe Flexibilität. Für die Abmischung mit EVA oder EEA wird behauptet, dass die Folie eine hinreichende Flexibilität aufweist. Dem Fachmann ist jedoch aus der Literatur bekannt, dass diese Polymere zur Verbesserung des Flammschutzes mit Polypropylen abgemischt werden. Die beschriebenen Produkte weisen eine Foliendicke von 0,2 mm auf, allein diese Dicke schließt bei gefüllten Polyolefinfolien eine hohe Flexibilität aus, da diese in der 3. Potenz von der Dicke abhängt. Das beschriebene Verfahren der Extrusion ist bei den extrem niedrigen Schmelzindizes der verwendeten Polypropylene, wie dem Fachmann bekannt, auf einer Produktionsanlage kaum durchführbar, erst recht nicht für eine praxismgerechte dünne Folie und erst recht nicht bei Verwendung in Kombination mit den beschriebenen hohen Mengen an Füllstoff.

**[0032]** Die JP 2001 049 208 A1 beschreibt eine öl- und wärmebeständige Folie für ein Klebeband, bei welcher beide Schichten aus einer Mischung von EVA oder EEA, Peroxidvernetzer, Silanvernetzer, Katalysator für die Silanolkondensation und Flammschutzmittel zusammengesetzt sind und eine der Schichten zusätzlich Polypropylen enthält. Diese Folie löst weder das Problem der geringen Flexibilität einer gefüllten Polypropylenfolie noch das der hohen Anforderungen an die Alterungsbeständigkeit.

**[0033]** JP 09 310 048 A1 beschreibt einen Folienträger aus Polyolefin, Flammschutzmittel, HALS-Lichtschutzmittel und Hydrotalcit als Säurefänger für das EVA. Diese Folie hat weder eine hohe Flexibilität noch eine hohe Alterungsbeständigkeit zum Ziel.

**[0034]** Die genannten Patentschriften zum Stand der Technik führen trotz der genannten Nachteile keine Folien auf, die auch noch die weiteren Anforderungen wie Handeinreißbarkeit, Flexibilität, Wärmebeständigkeit, Kompatibilität mit Polyolefinkabelisolierungen, Vermeidung von Weißbruch beim Dehnen oder hinreichender Abrollkraft lösen. Darüber hinaus bleiben die Verarbeitbarkeit in Folienherstellprozessen und Fogging-Werte fraglich. Die mit Salzen wie Ammoniumpolyphosphat oder Hydroxiden wie Magnesium- oder Aluminiumhydroxid gefüllten Folien weisen eine gewisse Leitfähigkeit auf und ergeben dadurch Durchschlagsspannungen von etwa 3 kV/100 µm. Zur Verbesserung der Handreißbarkeit von Polyolefinfolien kann man neben Flammenschutzmitteln auch andere Füllstoffe wie Kreide oder Talkum verwenden, welche aber ebenfalls Reißfestigkeit und Durchschlagsspannung erheblich vermindern.

**[0035]** Copolymere mit ionogenen Gruppen sind für andere Anwendungen mit Haftklebern erwähnt worden. Auch wenn es sich dabei nicht um Wickelbänder handelt und derartige Copolymere nicht zum Zweck eines leicht einreißbaren und flexiblen Produktes eingesetzt werden, soll darauf eingegangen werden.

**[0036]** Die US 6,045,882 A beschreibt eine geblasene und anschließend biaxial versteckte mehrschichtige Folie, welche vorzugsweise ein ionogenes Polymer enthält. Sie zeichnet sich durch besonders hohe Reißfestigkeit, niedrigen Reibungskoeffizienten und Transparenz aus.

**[0037]** Die WO 01/00480 A1 beschreibt eine Verpackung aus einer reißfesten Folie aus Polyethylen und einem hochreißfestem Klebeband (Aufreißstreifen). Das Polyethylen ist in einer speziellen Ausführungsform ein ionogenes Ethylencopolymer.

**[0038]** Die JP 48 072 238 A beschreibt ein Klebeband aus einer verstreckten Polypropylenfolie, welcher ein Ethylenpolymer, vorzugsweise ein ionogen modifiziertes, zur Erhöhung der Reißfestigkeit der Folie zugemischt ist.

**[0039]** Die JP 56 109 274 A1 beschreibt ein Klebeband aus einer Folie aus einem Copolymer aus Propylen und Methylpenten, bei dem eine Schicht aus ionisch modifiziertem Polyolefin als Haftvermittler zu einem Hotmelt-Klebstoff dient.

**[0040]** Die WO 01/85444 A1 beschreibt ein Klebeband aus einer harten Folie (Aluminium, metallisiertes Polyester oder Polyimid), einer weichen Schicht (zum Beispiel Polyurethan oder Polyethylen, wobei letztere auch EVA oder Ethylencopolymere mit ionogenen Gruppen einschließt) und einer Klebstoffschicht. Besonderes Kennzeichen der Erfindung ist eine besonders hohe elektromagnetische Abschirmung (EMI) und Spannungsbeständigkeit. Die geringe Flexibilität der harten Folie wird durch eine Prägung verbessert. Der Erfindungsgegenstand ist nicht leicht reißbar.

**[0041]** Die WO 01/44398 A1 beschreibt ein Klebeband mit einer Folie aus einer Polymermischung. Die eine Komponente besteht aus einem der marktüblichen thermoplastischen Polymeren, die andere aus einem thermoplastischen Elastomer (zum Beispiel Polyamid, Polyurethan, Polyolefin, wobei diese auch ionogene Gruppen enthalten kann). Eine Einreißbarkeit ist durch die Rohstoffe nicht gegeben, sondern wird durch monoaxiale Verstreckung der Folie mit nachfolgender Aufbringung einer speziellen Prägung erreicht.

**[0042]** Die WO 92/20534 A1 beschreibt eine selbstklebende Tapete mit einer Außenschicht aus ionomerem Polyolefin mit hohem Schmelzindex und Füllstoff, auf welcher dekorative Stanzlinge reversibel befestigt werden können.

**[0043]** Es gibt eine Anzahl von Folienklebebändern für Verpackungszwecke, die jedoch nicht als Wickelband geeignet sind. Im Fall von Polyester- oder orientierten Polypropylen-Trägern weisen sie eine sehr geringe Flexibilität auf. Nicht verstreckte Polyethylen- oder Polypropylen-Träger (aus Cast- oder Blasprozess) können durchaus hinreichend flexibel sein, sind jedoch nicht handeinreißbar und oder sauber abreißbar (hohe Bruchdehnungen) wie selbst dem Nichtfachmann von Haushaltsbeuteln oder Tragetaschen bekannt ist.

**[0044]** Im Zuge der immer komplizierter werdenden Elektronik und der steigenden Zahl von elektrischen Verbrauchern in den Automobilen werden auch die Leitungssätze immer komplexer. Bei steigenden Querschnitten der Kabelbäume wird die induktive Erhitzung immer größer, während die Wärmeableitung abnimmt. Dadurch steigen die Anforderungen an die Wärmebeständigkeit der verwendeten Materialien. Die standardmäßig verwendeten PVC-Materialien für die Wickelklebebänder stoßen hier an ihre Grenzen.

## Aufgabenstellung

**[0045]** Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein flexibles, halogenfreies, leicht reißbares Wickelband aufzufinden,

- das die Vorteile der leichten Reißbarkeit, der Flexibilität, der Abriebfestigkeit, der hohen Durchschlagsspannungsbeständigkeit, der Weißbruchfreiheit und der sonstigen mechanischen Eigenschaften von hochwertigen PVC-Wickelbändern mit der Halogenfreiheit von textilen Wickelbändern verbindet,
- das eine überlegene Wärmealterungsbeständigkeit hat,
- das großtechnisch reproduzierbar sein muss,
- das einen hohen Fogging-Wert bei einigen Anwendungen aufweist,
- das ein besonders sicheres und schnelles Umwickeln, insbesondere von Drähten und Kabeln, zum Markieren, Schützen, Isolieren, Abdichten oder Bündeln ermöglicht,
- das die Wärmebeständigkeit von PVC nicht nur erreicht, sondern sogar übertrifft
- und das die Nachteile des Standes der Technik nicht oder zumindest nicht im bekannten Umfang aufweist.

**[0046]** Gelöst wird diese Aufgabe durch ein Wickelband, wie es im Hauptanspruch niedergelegt ist. Gegenstand der Unteransprüche sind vorteilhafte Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Wickelbandes, Anwendungen desselben sowie Verfahren zur Herstellung des Wickelbandes.

**[0047]** Demgemäß betrifft die Erfindung ein leicht reißbares halogenfreies Wickelband bestehend aus einer zumindest zweischichtigen Folie sowie bevorzugt einer darauf aufgetragenen Klebstoffschicht.

**[0048]** Die Folie weist dabei auf

A) eine erste Schicht, die ein Copolymer enthält aus

(a) einem  $\alpha$ -Olefin der Formel  $R-CH=CH_2$ , wobei R Wasserstoff oder ein Alkylrest mit 1 bis 10 Kohlenstoffatomen ist, und

(b) einer  $\alpha,\beta$ -ethylenisch ungesättigten Carbonsäure aus 3 bis 8 Kohlenstoffatomen sowie

(c) optional einem weiteren monoethylenisch ungesättigten Monomer, wobei die Carbonsäuregruppen des Copolymers zu 10 bis 90 % durch Neutralisation mit Metallionen substituiert sind, und

B) mindestens eine weitere zweite Schicht aus einem Ethylenpolymer mit einem Schmelzindex von weniger als 8 g/10 min bei 2,16 kg und 190 °C.

**[0049]** Der Begriff Copolymer ist dahingehend zu verstehen, dass das Copolymer auch mehrere unterschiedliche  $\alpha$ -Olefine oder ungesättigte Carbonsäuren enthalten kann. Das ungesättigte  $\alpha$ -Olefin ist vorzugsweise Ethylen, Propylen oder Buten-(1), besonders bevorzugt Ethylen. Die ungesättigte Carbonsäure kann eine Mono- oder Dicarbonsäure wie Methacrylsäure oder Maleinsäure sein.

**[0050]** Die erste Schicht der Folie des Wickelbandes mit dem erfindungsgemäßen Copolymer kann daneben andere Polymere enthalten, wobei der Anteil an erfindungsgemäßigem Copolymer vorzugsweise mindestens 10 Gew.-% und besonders bevorzugt mindestens 50 Gew.-% beträgt. Besteht die Folie aus mehreren einzelnen Schichten so enthält zumindest eine den besagten Anteil.

**[0051]** Die Metallionen sind vorzugsweise ein- bis dreiwertig, zum Beispiel aus den Gruppen I, II, III, IV-A und VII des Periodensystems, besonders bevorzugt aus der Gruppe der Alkalimetalle, insbesondere Natrium.

**[0052]** Der bevorzugte Schmelzindex des Copolymers liegt unter 10 g/10 min, vorzugsweise unter 1 g/10 min bei 2,16 kg und 190 °C.

**[0053]** Das Ethylenpolymer ist in einer vorteilhaften Ausführungsform ein Polyolefin, jedoch sind auch Copolymere aus Ethylen und polaren Monomeren wie Styrol, Vinylacetat, Methylmethacrylat, Butylacrylat oder Acrylsäure eingeschlossen. Es kann ein Homopolymer wie HDPE, LDPE oder ein Copolymer aus Ethylen einem weiteren Olefin wie Propen, Buten, Hexen oder Octen (zum Beispiel LLDPE) sein.

**[0054]** Das Ethylenpolymer weist insbesondere einen Schmelzindex von unter 8 g/10min, jedoch mindestens 2 g/10min, auf, die Dichte unter 0,94 g/cm<sup>3</sup> (gemessen nach ISO 1183).

**[0055]** Jede der beiden Folienschichten A und B ist mindestens einmal vorhanden, wobei darüber hinaus auch weitere verschiedene Schichtaufbauten im Rahmen der Erfindung liegen, zum Beispiel AB, ABA, BAB, ABAB usw.

**[0056]** Besonders bevorzugt ist die Herstellung der Folie durch Blasextrusion, da sich dann die Folie in Querrichtung besonders leicht abreißen lässt. In einer bevorzugten Ausführung der Blasextrusion werden die Verarbeitungsparameter so eingestellt, dass die Reißfestigkeit in Längsrichtung mindestens das Doppelte, vorzugsweise mindestens das Vierfache der Reißfestigkeit in Querrichtung beträgt, wobei die Reißfestigkeit nach Elmendorf bestimmt wird. Ein geeignetes Blasverfahren wird zum Beispiel in Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, 6. Auflage, Wiley-VCH 2002 beschrieben.

**[0057]** Bevorzugte Parameter der Folie, die aus der Herstellung resultieren, sind

- eine Längsstreckverhältnis (Verhältnis Wickelgeschwindigkeit der Folie zu Geschwindigkeit der Schmelze in der Düse) von 2 bis 25, vorzugsweise von 5 bis 10,
- eine Frostlinie (an der Frostlinie geht die Formmasse, die die Folie bildet, vom thermoplastischen in den thermoelastischen Bereich über) kleiner als 160 cm,
- das Längsstreckverhältnis dividiert durch Frostlinie ist größer als  $0,1 \text{ cm}^{-1}$  vorzugsweise größer als  $0,2 \text{ cm}^{-1}$ ,
- das Aufblasverhältnis liegt im Bereich von 1 bis 4, vorzugsweise von 1,8 bis 2,5 und/oder
- der Düsenspalt liegt im Bereich von 1 bis 1,6 mm.

**[0058]** Die Herstellung solcher, erfindungsgemäß verwendeter Copolymere ist zum Beispiel in der US 3,264,272 A1 beschrieben.

**[0059]** Die mechanischen Eigenschaften des erfindungsgemäßen Wickelbandes liegen in md (Maschinenrichtung) bevorzugt in den folgenden Bereichen:

- Kraft bei 1 % Dehnung 0,6 bis 4 N/cm, besonders bevorzugt 1 bis 3 N/cm
- Kraft bei 100 % Dehnung 5 bis 20 N/cm, besonders bevorzugt 8 bis 12 N/cm.
- Reißdehnung von 200 bis 1000 %, besonders bevorzugt von 300 bis 400 %,
- Reißkraft im Bereich von 6 bis 40 N/cm, besonders bevorzugt von 8 bis 15 N/cm,

wobei die Folie zur Ermittlung der Daten mit scharfen Klingen zugeschnitten wird.

**[0060]** Die Kraft bei 1 % Dehnung ist ein Maß für die Steifigkeit der Folie, und die Kraft bei 100 % Dehnung ist ein Maß für die Ansmiegsamkeit beim Wickeln bei starker Deformation durch hohe Wickelspannung. Die 100 %-Kraft darf aber auch nicht zu niedrig liegen, weil sonst die Reißfestigkeit zu gering ist.

**[0061]** Die Durchschlagsspannung liegt vorzugsweise bei mindestens 5 kV/100  $\mu\text{m}$ .

**[0062]** Die Dicke des erfindungsgemäßen Wickelbandes liegt weiter vorzugsweise im Bereich von 30 bis 180  $\mu\text{m}$ , besonders bevorzugt 50 bis 150  $\mu\text{m}$ , ganz besonders bevorzugt 55 bis 100  $\mu\text{m}$ .

**[0063]** Die Oberfläche kann strukturiert oder glatt sein. Vorzugsweise ist die Oberfläche leicht matt eingestellt. Dies kann durch Verwendung eines Füllstoffs mit einer hinreichend hohen Teilchengröße oder durch eine Walze (zum Beispiel Prägwalze bei der Extrusion) erreicht werden.

**[0064]** Das Wickelband enthält nicht zwangsläufig, aber vorzugsweise ein Flammschutzmittel. Wird es um einen isolierten Draht, ein Kabel oder ein metallisches Lüftungsrohr gewickelt, ist der Verbund in der Regel selbstverlöschend, da die Wärme durch das Metall abgeführt wird. Bei Drähten oder Kabeln wird bei erhöhten Anforderungen eine flammfest ausgerüstete Isolierung verwendet, dabei wird das Brandverhalten durch das erfindungsgemäße Wickelband nicht oder nur wenig verschlechtert. Dies gilt insbesondere dann, wenn stickstoff- oder sauerstoffhaltige Polymere in der Trägerfolie mitverwendet werden oder wenn das Wickelband in mindestens einer Folienschicht oder in der haftklebrigen Schicht ein Flammschutzmittel enthält.

**[0065]** Dafür kommen vorzugsweise halogenfreie Materialien in Frage, das sind beispielsweise Füllstoffe wie Polyphosphate, Carbonate und Hydroxide des Aluminiums, Calciums oder des Magnesiums, Borate, Stannate, Flammschutzmittel auf Stickstoffbasis wie Melamincyanurat, Dicyandiamid, roter Phosphor oder sterisch gehinderte Amine wie zum Beispiel die Klasse der HA(L)S. Halogenhaltige Flammschutzmittel sind zum Beispiel Decabromdiphenyloxid, Hexabromcyclododecan oder Polymere auf Basis Dibromstyrol.

**[0066]** Weitere bei Folien übliche Additive wie Füllstoffe, Pigmente, Alterungsschutzmittel, Nukleierungsmittel, Impactmodifier oder Gleitmittel und andere können zur Herstellung verwendet werden. Diese Additive werden zum Beispiel im „Kunststoff Taschenbuch“ Hanser Verlag, Hrsg. H. Saechtling, 28. Ausgabe oder „Plastic Additives Handbook“, Hanser-Verlag, Hrsg. H. Zweifel, 5. Auflage beschrieben. In den folgenden Ausführun-

gen wird zur Vermeidung von schwer verständlichen chemischen Namen die jeweilige CAS-Reg.Nr. verwendet.

**[0067]** Die vorliegende Erfindung hat unter anderem die Abwesenheit von Halogenen und flüchtigen Weichmachern zum Ziel. Wie ausgeführt steigen die thermischen Anforderungen, so dass zusätzlich eine erhöhte Beständigkeit gegenüber konventionellen PVC-Wickelbändern oder den in Erprobung befindlichen PVC-freien Wickelbändern erreicht werden soll.

**[0068]** Daher wird die vorliegende Erfindung diesbezüglich im Folgenden ausführlich beschrieben.

**[0069]** Das erfindungsgemäße Wickelband weist eine Wärmestabilität von mindestens 85 °C, vorzugsweise 105 °C nach 3000 Stunden auf, das heißt, dass nach dieser Lagerung noch eine Bruchdehnung von mindestens 100 % vorhanden ist. In einer hervorragenden Ausgestaltung unter Verwendung der weiter unten beschriebenen Antioxidantien sowie hinreichend hochschmelzenden Coextrusionsschichten oder Vernetzung können 125 °C nach 3000 Stunden ohne Versprödung oder Schmelzen erreicht werden. Klassische PVC-Wickelfolien auf DOP-Basis weisen eine Wärmestabilität von 85 °C (Passagierraum) auf, Hochleistungsprodukte auf der Basis von Polymerweichmachern erreichen 105 °C (Motorraum).

**[0070]** Darüber hinaus muss das Wickelband mit einer Kabelummantelung auf Polyolefinbasis verträglich sein, das heißt, nach Lagerung des Verbundes Kabel/Wickelband darf weder eine Versprödung des Wickelbandes noch der Kabelisolierung auftreten. Durch die Auswahl eines oder mehrerer passender Antioxidantien können eine Verträglichkeit bei 105 °C vorzugsweise bei 125 °C (2000 Stunden, insbesondere 3000 Stunden erreicht werden. Entscheidend ist jedoch die Alterungsstabilisierung zur Erreichung der oxidativen Beständigkeit, was insbesondere durch sekundäre Antioxidantien wie Thioestern oder Phosphiten erreicht werden kann.

**[0071]** Eine Verträglichkeit zwischen Wickelband und den übrigen Kabelbaumkomponenten wie Steckern und Rillrohren ist ebenfalls wünschenswert und gleichfalls durch Anpassung der Rezepturen, insbesondere bezüglich der verwendeten Additive, zu erreichen.

**[0072]** Als Negativbeispiel sei die Kombination eines ungeeigneten Polyolefinwickelbandes mit einem kupferstabilisierten Polyamidrillrohr aufgeführt. In diesem Fall sind sowohl das Rillrohr als auch das Wickelband vor dem Erreichen von 3000 Stunden 105 °C versprödet.

**[0073]** Zur Erreichung einer hohen Alterungsstabilität und Verträglichkeit mit den übrigen Kabelbaumkomponenten fällt der Verwendung der richtigen Alterungsschutzmittel eine besondere Rolle zu. Dabei ist auch die Gesamtmenge an Stabilisator zu berücksichtigen, da bei den bisherigen Versuchen zur Herstellung solcher Wickelbänder keine oder nur weniger als 0,3 phr Alterungsschutzmittel verwendet wurden, wie es auch bei Herstellung sonstiger Folien üblich ist. Die erfindungsgemäßen Wickelbänder enthalten in der bevorzugten Ausführungsform mehr als 0,3 und insbesondere mehr als 1 phr Antioxidant (worin ein optional verwendeter Metalldesaktivator nicht eingerechnet ist).

**[0074]** In einer bevorzugten Ausführungsform liegt der Anteil an sekundärem Antioxidant bei mehr als 0,3 phr. Stabilisatoren für PVC-Produkte lassen sich nicht auf Polyolefine übertragen. Sekundäre Antioxidantien bauen Peroxide ab und werden daher zum Beispiel bei Dienelastomeren als Teil von Alterungsschutzpaketen verwendet.

**[0075]** Überraschend wurde gefunden, dass eine Kombination von primären Antioxidantien (zum Beispiel sterisch gehinderten Phenolen oder C-Radikalfängern wie CAS 181314-48-7) und sekundären Antioxidantien (zum Beispiel Schwefelverbindungen, Phosphiten oder sterisch gehinderten Aminen), wobei die beiden Funktionen auch in einem Molekül vereinigt sein können, die Aufgabe auch bei dienfreien Polyolefinen wie Polypropylen löst. Vor allem wird die Kombination von primärem Antioxidant, vorzugsweise sterisch gehinderten Phenolen mit einem Molekulargewicht von mehr als 500 g/mol (vor allem > 700 g/mol), mit einem phosphitischen sekundären Antioxidant (vor allem mit einem Molekulargewicht > 600 g/mol) bevorzugt. Phosphite oder eine Kombination aus primären und mehreren sekundären Alterungsschutzmitteln werden bei Wickelbändern aus Polyolefinen bisher nicht eingesetzt. Insbesondere ist die Kombination aus einem wenig flüchtigen primären phenolischen Antioxidant und jeweils einem sekundären Antioxidant aus der Klasse der Schwefelverbindungen (bevorzugt mit einem Molekulargewicht von mehr als 400 g/mol, insbesondere > 500 g/mol) und aus der Klasse der Phosphite geeignet, wobei die phenolische, die schwefelhaltigen und die phosphitische Funktionen nicht in drei verschiedenen Molekülen vorliegen müssen, sondern auch mehr als eine Funktion in einem Molekül vereinigt sein kann.



## Beispiele:

- Phenolische Funktion:  
CAS 6683-19-8 , 2082-79-3, 1709-70-2, 36443-68-2, 1709-70-2, 34137-09-2, 27676-62-6, 40601-76-1, 31851-03-3, 991-84-4
- Schwefelhaltige Funktion:  
CAS 693-36-7, 123-28-4, 16545-54-3, 2500-88-1
- Phosphitische Funktion:  
CAS 31570-04-4, 26741-53-7, 80693-00-1, 140221-14-3, 119345-01-6, 3806-34-6, 80410-33-9, 14650-60-8, 161717-32-4
- Phenolische und schwefelhaltige Funktion:  
CAS 41484-35-9, 90-66-4, 110553-27-0, 96-96-5, 41484
- Phenolische und aminische Funktion:  
CAS 991-84-4, 633843-89-0
- Aminische Funktion:  
CAS 52829-07-9, 411556-26-7, 129757-67-1, 71878-19-8, 65447-77-0

**[0076]** Die Kombination von CAS 6683-19-8 (zum Beispiel Irganox 1010) mit Thiopropionsäureester CAS 693-36-7 (Irganox PS 802) oder 123-28-4 (Irganox PS 800) und mit CAS 31570-04-4 (Irgafos 168) ist besonders bevorzugt. Bevorzugt ist des weiteren eine Kombination, bei welcher der Anteil an sekundärem Antioxidant den des primären übersteigt. Zusätzlich können noch Metalldesaktivatoren zur Komplexierung von Schwermetallspuren, welche die Alterung katalytisch beschleunigen können, zugefügt werden. Beispiele für geeignete Metallfänger sind CAS 32687-78-8, 70331-94-1, 6629-10-3, Ethylendiamintetraessigsäure, N,N'-di-salicyliden-1,2-diaminopropan oder Handelsprodukte wie 3-(N-salicyl)-amino-1,2,4-triazol (Palmarole ADK STAB CDA-1), N,N'-bis[3-(3',5'-di-tert-butyl-4'-hydroxyphenyl)propionyl]hydrazid (Palmarole MDA.P.10) oder 2,2'-oxamido-bis-[ethyl-3-(tert-butyl-4-hydroxyphenyl)propionat] (Palmarole MDA.P.11.).

**[0077]** Die Auswahl der genannten Alterungsschutzmittel hat besondere Bedeutung für das erfindungsgemäße Wickelband, da mit phenolischen Antioxidantien allein oder selbst in Kombination mit schwefelhaltigen Costabilisatoren in der Regel keine praxisgerechten Produkte erreicht werden können. Bei Extrusionsverarbeitung macht sich der Zusatz von Phosphiten bei der Alterungsprüfung des Produktes noch positiv bemerkbar. Für den Phosphitstabilisator wird eine Menge von mindestens 0,1 phr, vorzugsweise mindestens 0,3 phr bevorzugt. Insbesondere bei der Verwendung von Füllstoffen können sich durch wanderungsfähige Metallverunreinigungen wie Eisen, Mangan, Chrom oder Kupfer Alterungsprobleme ergeben, die nur durch oben genannte Erkenntnisse der richtigen Kombination und Menge an Alterungsschutzmitteln sowie zusätzlich einem Metalldesaktivator vermieden werden.

**[0078]** Das erfindungsgemäße Wickelband ist vorzugsweise pigmentiert, insbesondere schwarz. Die Einfärbung kann in einer der Folienschichten, in der Klebstoff- oder einer sonstigen Schicht vorgenommen werden. Die Verwendung von organischen Pigmenten oder Farbstoffen in dem Wickelband ist möglich, bevorzugt ist die Verwendung von Ruß. Der Anteil Ruß liegt vorzugsweise bei mindestens 5 phr. Als Ruß können alle Typen wie zum Beispiel Gasruß, Acetylenruß, Furnaceruß und Flammruß verwendet werden, wobei Flammruß bevorzugt wird, auch wenn zur Einfärbung von Folien Furnaceruße üblich sind. Für eine optimalen Alterung werden Rußtypen mit einem pH-Wert im Bereich von 6 bis 8 bevorzugt.

**[0079]** Erstaunlicherweise ist auch die thermische Alterungsbeständigkeit im Vergleich zu PVC als Hochleistungswerkstoff nicht schlechter sondern vergleichbar oder sogar besser.

**[0080]** Das erfindungsgemäße Wickelband ist im wesentlichen frei von flüchtigen Weichmachern wie zum Beispiel DOP oder TOTM und hat daher ein ausgezeichnetes Brandverhalten und geringe Emission (Weichmacherausdampfung, Fogging).

**[0081]** Durch Vernetzung ist das Wickelband sogar unschmelzbar. Dies ist durch ionisierende Strahlung wie Elektronen- oder  $\gamma$ -Strahlung oder Peroxide möglich. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, das Copolymer oder ein Polymer einer optionalen Coextrusionsschicht mit Silangruppen zu modifizieren welche durch Einwirkung von (Luft-)Feuchtigkeit zu Vernetzung führen.

**[0082]** Die copolymerhaltige erste Schicht der Folie ist einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung mit einem weiteren Polymer, insbesondere einem auf Ethylenbasis, abgemischt, welches vorzugsweise bei 190 °C keinen wesentlich niedrigeren Schmelzindex als das Copolymer aufweist, sondern bevorzugt einen niedri-

geren.

**[0083]** Geeignete Abmischkomponenten sind zum Beispiel weiche Ethylencopolymere wie LDPE, LLDPE, MDPE, HDPE, Metallocen-PE, EPM oder EPDM vorzugsweise mit einer Dichte von 0,86 bis 0,96 g/cm<sup>3</sup>. Polybuten(1)- oder weiche Polybuten- oder Polypropylencopolymere mit Random- oder Blockstruktur sind ebenfalls geeignet, weisen jedoch vorzugsweise einen Kristallitschmelzpunkt von weniger als 145 °C auf. Bevorzugt werden Polymere auf Ethylenbasis.

**[0084]** Durch Abmischung mit stickstoff- oder sauerstoffhaltigen Polymeren kann das Brandvermögen von olefinhaltigen Polymeren reduziert werden. Dies gilt auch für das erfindungsgemäße Wickelband. Beispiele dafür sind Ethylencopolymere enthaltend carbonylgruppenhaltige Monomere wie Ethylenacrylat (zum Beispiel EMA, EBA, EEA, EAA) oder Ethylenvinylacetat. Darüber hinaus wird beansprucht, dass auch Polyethylenvinylalkohol und olefinfreie stickstoff- oder sauerstoffhaltige Polymere zur Reduzierung des Brandvermögens geeignet sind, zum Beispiel in Form von Polyamiden und Polyestern mit hinreichend niedrigem Erweichungspunkt (passend zur Verarbeitungstemperatur des Copolymers), Polyvinylacetat, Polyvinylbutyral, Vinylacetat-vinylalkoholcopolymer und Poly(meth)acrylate. Bevorzugt werden Polyvinylacetat und weiche Poly(meth)acrylate, die auch vernetzt sein können. Diese können auch eine Core-Shell-Struktur aufweisen, beispielsweise ein Kern aus Polyacrylaten von Alkoholen mit 2 bis 8 Kohlenstoffatomen und einer Hülle aus Polymethylmethacrylat. Insbesondere stellen sich Acrylat-Impact-Modifier, welche für die Modifizierung von PVC hergestellt werden, als besonders geeignet heraus, da sie schon in kleinen Mengen eine deutliche Verbesserung des Brandverhaltens bewirken, dabei die Flexibilität des Wickelbandes nicht wesentlich beeinträchtigen und trotz ihrer Polarität die Haftung der Schmelze auf Kühlwalzen nicht erhöhen. In einer bevorzugten Ausführungsform liegt der Anteil an Sauerstoff oder Stickstoff bezogen auf das Gesamtgewicht an allen Polymeren zwischen 0,5 und 5 Gew.-%.

**[0085]** Als Abmischkomponente des erfindungsgemäßen Copolymers werden Ethylenvinylacetat- und Ethylenacrylatcopolymere besonders bevorzugt.

**[0086]** Das Wickelband ist vorzugsweise mit einer haftklebrigen Schicht ausgerüstet. Die Folie kann auch ohne Klebstoff gewickelt werden, wobei jedoch eine Fixierung des Wickelbandes am Ende des Wickelvorgangs mit einem Klebeband erfolgen sollte.

**[0087]** Die vorzugsweise einseitig aufgetragene Menge der Klebstoffschicht beträgt 10 bis 40 g/m<sup>2</sup>, vorzugsweise 18 bis 28 g/m<sup>2</sup> (die Mengeangabe entspricht der Menge nach einer eventuellen notwendigen Entfernung von Wasser oder Lösungsmittel; die Zahlenwerte entsprechen auch in etwa der Dicke in µm).

**[0088]** In einem Fall mit Klebstoffbeschichtung beziehen sich die hier gemachten Angaben zur Dicke und zu dickenabhängigen mechanischen Eigenschaften ausschließlich auf die copolymerhaltigen Schicht des Wickelbandes ohne Berücksichtigung der Klebstoffschicht oder weiteren Schichten, die in Zusammenhang mit Klebstoffschichten vorteilhaft sind.

**[0089]** Die Beschichtung muss nicht vollflächig, sondern kann auch teilflächig ausgeführt sein. Als Beispiel sei ein Wickelband mit je einem haftklebenden Streifen an den Seitenkanten genannt. Diese kann zu etwa rechteckigen Blättern abgeschnitten werden, welche mit dem einem Klebstoffstreifen auf dem Kabelbündel aufgeklebt und dann so weit gewickelt werden, bis der andere Klebstoffstreifen auf der Wickelbandrückseite verklebt werden kann. Eine solche schlauchartige Umhüllung weist den Vorteil auf, dass die Biegsamkeit des Kabelbaumes durch die Umwicklung praktisch nicht verringert wird.

**[0090]** Als Klebstoff kommen alle gängigen Typen in Frage, vor allem auf Basis von Kautschuk. Solche Kautschuke können zum Beispiel Homo- oder Copolymere des Isobutylens, des 1-Butens, des Vinylacetats, des Ethylens, von Acrylsäureestern, des Butadiens oder des Isoprens sein. Besonders geeignet sind Rezepturen auf Basis von Polymeren basierend auf Acrylsäureestern, Vinylacetat oder Isopren.

**[0091]** Zur Optimierung der Eigenschaften kann die zum Einsatz kommende Selbstklebemasse mit einem oder mehreren Additiven wie Klebrigmachern (Harzen), Weichmachern, Füllstoffen, Flamm- und UV-Schutzmitteln, Pigmenten, UV-Absorbern, Lichtschutz-, Flamm-, Alterungsschutzmitteln, Photoinitiatoren, Vernetzungsmitteln oder Vernetzungspromotoren abgemischt sein. Klebrigmacher sind beispielsweise Kohlenwasserstoffharze (zum Beispiel Polymere auf Basis ungesättigter C<sub>5</sub>- oder C<sub>9</sub>-Monomere), Terpenphenolharze, Polyterpenharze auf Basis von Rohstoffen wie zum Beispiel α- oder β-Pinen, aromatische Harze wie Cumaron-Inden-Harze oder Harze auf Basis Styrol oder α-Methylstyrol, wie Kolophonium und seine Folgeprodukte, zum Beispiel dis-

proportioniertes, dimerisiertes oder verestertes Kolophonium, zum Beispiel Umsetzungsprodukte mit Glycol, Glycerin oder Pentaerythrit, um nur einige zu nennen, sowie weitere Harze wie beispielsweise in Ullmanns Enzyklopädie der technischen Chemie, Band 12, Seiten 525 bis 555 (4. Aufl.), Weinheim aufgeführt. Bevorzugt werden Harze ohne leicht oxidierbare Doppelbindungen wie Terpenphenolharze, aromatische Harze und besonders bevorzugt Harze, die durch Hydrierung hergestellt sind wie zum Beispiel hydrierte Aromatenharze, hydrierte Polycyclopentadienharze, hydrierte Kolophoniumderivate oder hydrierte Polyterpenharze.

**[0092]** Geeignete Füllstoffe und Pigmente beinhalten beispielsweise Ruß, Titandioxid, Calciumcarbonat, Zinkcarbonat, Zinkoxid, Silicate oder Kieselsäure. Geeignete beimischbare Weichmacher sind beispielsweise aliphatische, cycloaliphatische und aromatische Mineralöle, Di- oder Poly-Ester der Phthalsäure, Trimellitsäure oder Adipinsäure, flüssige Kautschuke (zum Beispiel niedermolekulare Nitril- oder Polyisoprenkautschuke), flüssige Polymerisate aus Buten und/oder Isobuten, Acrylsäureester, Polyvinylether, Flüssig- und Weichharze auf Basis der Rohstoffe von Klebharzen, von Wollwachs und von anderen Wachsen oder von flüssigen Silikonen, wobei flüchtige Weichmacher vermieden werden sollten. Vernetzungsmittel sind beispielsweise Isocyanate, Phenolharze oder halogenierte Phenolharze, Melamin- und Formaldehydharze. Geeignete Vernetzungspromotoren sind zum Beispiel Maleinimide, Allylester wie Triallylcyanurat, multifunktionelle Ester der Acryl- und Methacrylsäure. Alterungsschutzmittel sind beispielsweise sterisch gehinderte Phenole, die zum Beispiel unter dem Handelsnamen Irganox™ bekannt sind.

**[0093]** Als Flammenschutzmittel kommen vorzugsweise halogenfreie Materialien in Frage, beinhaltend beispielsweise Füllstoffe wie Polyphosphate, Carbonate und Hydroxide des Aluminiums oder des Magnesiums, Borate, Stannate, Flammenschutzmittel auf Stickstoffbasis wie Melamincyanurat, Dicyandiamid, roter Phosphor oder sterisch gehinderte Amine wie zum Beispiel die Klasse der HA(L)S.

**[0094]** Eine Vernetzung ist vorteilhaft, da die Scherfestigkeit (zum Beispiel ausgedrückt als Holding Power) erhöht wird und sich damit die Neigung zu Deformationen der Rollen bei Lagerung (Teleskopieren oder Bildung von Hohlstellen, auch Gaps genannt) verringert. Auch das Ausquetschen der Haftklebmasse wird verringert. Dies drückt sich in klebfreien Seitenkanten der Rollen und klebfreien Kanten bei dem spiralförmig um das Kabel geführte Wickelband aus. Die Holding Power liegt vorzugsweise oberhalb von 150 min.

**[0095]** Die Klebkraft auf Stahl sollte im Bereich von 1,5 bis 3 N/cm und auf der Rückseite des Wickelbandes im Bereich von 1,0 bis 2,5 N/cm liegen.

**[0096]** Zusammenfassend weist die bevorzugte Ausführungsform einseitig eine lösungsmittelfreie Selbstklebmasse auf, welche durch Coextrusion, Schmelz- oder Dispersionsbeschichtung erhalten wird. Dispersionsklebstoffe sind bevorzugt insbesondere solche auf Polyacrylat-Basis.

**[0097]** Vorteilhaft ist die Verwendung einer Primerschicht zwischen Wickelband und Klebmasse zur Verbesserung der Haftung der Klebmasse auf dem Wickelband und somit der Vermeidung der Übertragung von Klebstoff auf die Folienrückseite während des Abwickelns der Rollen.

**[0098]** Als Primer sind die bekannten Dispersions- und Lösungsmittelsysteme verwendbar, zum Beispiel auf Basis von isopren- oder butadienhaltigen Kautschuken und/oder Cyclokautschuken. Isocyanate oder Epoxyharze als Additive verbessern die Haftung und erhöhen zum Teil auch die Scherfestigkeit des Haftklebstoffes. Physikalische Oberflächenbehandlungen wie Beflammung, Corona oder Plasma oder Coextrusionsschichten sind ebenfalls geeignet, die Haftung zu verbessern. Besonders bevorzugt ist die Nutzung vorgenannter Verfahren bei Verwendung lösungsmittelfreier Klebstoffschichten, insbesondere solche auf Acrylatbasis.

**[0099]** Eine Beschichtung der Rückseite kann durch bekannte Releasemittel (gegebenenfalls mit weiteren Polymeren abgemischt) erfolgen. Beispiele sind Stearyl-Verbindungen (zum Beispiel Polyvinylstearylcarbammat, Stearylverbindungen von Übergangsmetallen wie Cr oder Zr, Harnstoffe aus Polyethylenimin und Stearylisocyanat, Polysiloxane (zum Beispiel als Copolymer mit Polyurethanen oder als Propfcopolymer auf Polyolefin), thermoplastische Fluorpolymere. Der Begriff Stearyl steht als Synonym für alle geraden oder verzweigten Alkyle oder Alkenyle mit einer C-Zahl von mindestens 10, wie zum Beispiel Octadecyl.

**[0100]** Beschreibungen der üblichen Klebmassen sowie Rückseitenbeschichtungen und Primern finden sich zum Beispiel in „Handbook of Pressure Sensitive Adhesive Technology“, D. Satas, (3. Auflage). Die Herstellung der genannten Rückseiten-Primer- und Klebebeschichtungen sind in einer Ausführungsform durch Coextrusion möglich.

**[0101]** Die Ausführung der Folienrückseite kann aber auch zur Erhöhung der Haftung der Klebmasse auf der Wickelbandrückseite (zum Beispiel zur Steuerung der Abrollkraft) dienen. Bei polaren Klebstoffen wie zum Beispiel auf Basis von Acrylatpolymeren ist die Rückseitenhaftung auf einer Folie auf Basis von olefinhaltigen Polymeren oft nicht ausreichend. Zur Erhöhung der Abrollkraft wird eine Ausführungsform beansprucht, bei der polare Rückseitenoberflächen durch Coronabehandlung, Flammvorbereitung oder Beschichtung/Coextrusion mit polaren Rohstoffen erzielt werden.

**[0102]** Alternativ wird ein Wickelband beansprucht, bei welchem die Stangenware vor dem Schneiden getempert (in der Wärme gelagert) wurde. Beide Verfahren können auch in Kombination angewandt werden.

**[0103]** Das erfindungsgemäße Wickelband weist bevorzugt eine Abrollkraft von 1,2 bis 6,0 N/cm, besonders bevorzugt von 1,6 bis 4,0 N/cm und insbesondere bevorzugt von 1,8 bis 2,5 N/cm bei 300 mm/min Abrollgeschwindigkeit auf.

**[0104]** Das Tempern ist bei PVC-Wickelbändern bekannt, jedoch aus einem anderen Grund. Weich-PVC-Folien besitzen im Gegensatz zu teilkristallinen Polyolefinpolymerfolien einen breiten Erweichungsbereich und, da die Klebmasse durch den ausgewanderten Weichmacher wenig schertest ist, neigen PVC-Wickelbänder zum Teleskopieren. Diese unvorteilhafte Rollendeformation, bei welcher der Kern aus den Rollen seitlich herausgedrückt wird, kann verhindert werden, wenn das Material vor dem Schneiden längere Zeit gelagert wird oder kurze Zeit einer Temperung (befristete Lagerung in der Wärme) unterworfen wird. Bei dem erfindungsgemäß vorgeschlagenen Verfahren handelt es sich jedoch um eine Temperung zur Erhöhung der Abrollkraft von Material mit olefinhaltiger Folienrückseite und polarer Klebmasse wie Polyacrylat oder EVA, da diese Klebmasse auf olefinhaltigem Material, im Vergleich zu PVC, eine extrem geringe Rückseitenhaftung aufweist. Eine Erhöhung der Abrollkraft durch Temperung oder physikalische Oberflächenbehandlung ist bei Weich-PVC-Wickelbändern nicht notwendig, da die üblicherweise eingesetzten Klebmassen eine hinreichend hohe Haftung auf der polaren PVC-Oberfläche besitzen. Bei Polyolefinwickelbändern ist die Bedeutung der Rückseitenhaftung besonders ausgeprägt, da aufgrund der höheren Kraft bei 1 % Dehnung (bedingt das Fehlen des Weichmachers) im Vergleich zu PVC-Folien eine deutlich höhere Rückseitenhaftung beziehungsweise Abrollkraft notwendig ist, um eine hinreichende Dehnung beim Abrollen für die Applikation bereitzustellen. Die bevorzugte Ausführungsform des Wickelbandes wird daher durch Temperung oder physikalische Oberflächenbehandlung hergestellt, um eine herausragende Abrollkraft und Dehnung während der Abrollung zu erreichen, wobei die Abrollkraft bei 300 mm/min vorzugsweise um mindestens 50 höher liegt als ohne eine solche Maßnahme.

**[0105]** Das erfindungsgemäße Wickelband wird für den Fall einer Klebstoffbeschichtung vorzugsweise vorher mindestens 3 Tage, besonders bevorzugt mindestens 7 Tage vor der Beschichtung gelagert, um eine Nachkristallisation zu erreichen, damit die Rollen keine Neigung zum Teleskopieren zeigen (wahrscheinlich weil die Folie beim Kristallisieren schrumpft). Vorzugsweise wird die Folie an der Beschichtungsanlage über geheizte Walzen zur Egalisierung (Verbesserung der Planlage) geführt, was für PVC-Wickelbänder nicht üblich ist.

**[0106]** Folien aus polyolefinhaltigem Material lassen sich üblicherweise nicht von Hand ein- oder abreißen. Sie lassen sich als teilkristalline Werkstoffe leicht verstrecken und weisen daher eine hohe Bruchdehnung auf, in der Regel liegt diese erheblich über 500 %.

**[0107]** Beim Versuch, solche Folien zu reißen, tritt anstelle eines sauberen Risses eine Verdehnung der Folie ein. Selbst hohe Kräfte können nicht unbedingt die typisch hohen Bruchkräfte überwinden. Selbst wenn das Einreißen gelingt, wird kein gut aussehender und verklebbarer Abriss erzeugt, da an beiden Enden der getrennten Folie ein dünnes schmales Schwänzchen entsteht. Dieses Problem lässt sich auch durch Additivierung nicht beheben, auch wenn Füllstoffe in hohen Mengen die Bruchdehnung reduzieren. Verstreckt man Polyolefinfolien biaxial, wird die Bruchdehnung um mehr als 50 % reduziert, was die Querreißbarkeit begünstigt. Der Versuch, dieses Verfahren auf weiche Wickelbänder zu übertragen, scheitert jedoch, da der 1 %-Kraftwert erheblich zunimmt und die Kraft-Dehnungs-Kurve erheblich steiler wird. Dies hat zur Folge, dass sich die Flexibilität und Anschmiegsamkeit des Wickelbandes drastisch verschlechtert. Das erfindungsgemäße Wickelband weist jedoch ein sehr gutes Verhalten beim Abreißen in Längsrichtung oder Einreißen in Querrichtung auf. Zusätzlich kann das Reißverhalten durch das Schneidverfahren beim Konfektionieren der Rollen optimiert werden. Bei Herstellung der Wickelbandrollen können raue Schnittkanten erzeugt werden, die bei mikroskopischer Betrachtung Risse in der Folie ausbilden, die dann offenbar ein Weiterreißen begünstigen. Dies ist insbesondere durch die Anwendung eines Quetschschnitts mit stumpfen oder definiert gezackten rotierenden Messern auf Ballenware (Jumbos, Rollen in großer Länge) oder durch einen Abstecherschnitt mit feststehenden Klingen oder rotierenden Messern von Stangenware (Rollen in Produktionsbreite und verkaufsüblicher Länge) möglich. Die Bruchdehnung kann durch einen geeigneten Schliff der Klingen und Messer eingestellt werden.

Bevorzugt ist die Ausführung der Herstellung von Stangenware mit Abstecherschnitt mit feststehenden Klingen. Durch starkes Abkühlen der Stangen vor dem Schneiden kann die Rissbildung beim Schneidprozess noch verbessert werden. In der bevorzugten Ausführungsform ist die Bruchdehnung des speziell geschnittenen Wickelbandes um mindestens 30 % niedriger als beim Schnitt mit scharfen Klingen. In der besonders bevorzugten Ausführungsform des Wickelbandes, deren Seitenkanten beim Schneiden definiert beschädigt werden, liegt die Bruchdehnung zwischen 200 und 400 %.

**[0108]** Die Stangenware kann zur Erhöhung der Abrollkraft zuvor einer Wärmelagerung unterzogen werden. Das Schneiden von konventionellen Wickelbändern mit Gewebe-, Vlies- und Folienträger (zum Beispiel PVC) erfolgt durch Scherenschnitt (zwischen zwei rotierenden Messern), Abstecherschnitt (feststehende oder rotierende Messer werden in eine rotierende Stange des Produktes gedrückt), Klingenschnitt (die Bahn wird bei Durchlauf durch scharfe Klingen geteilt) oder Quetschschnitt (zwischen einem rotierenden Messer und einer Walze).

**[0109]** Das Schneiden bei Wickelbändern aus PVC hat nur zum Ziel, aus Jumbos oder Stangen verkaufsfertige Rollen zu produzieren, jedoch nicht raue Schnittkanten zur leichteren Handeinreißbarkeit zu erzeugen. Bei Wickelbändern aus PVC ist der Abstecherschnitt durchaus üblich, da das Verfahren bei weichen Folien wirtschaftlich ist. Die Handeinreißbarkeit ist aber bei PVC schon vom Material sehr gut, da PVC im Gegensatz zu olefinhaltigen Polymeren amorph ist und daher beim Reißen nicht verstreckt, sondern nur etwas gedehnt wird. Damit die PVC-Folien nicht zu leicht reißen, muss auf hinreichende Gelierung bei der Folienherstellung geachtet werden, was einer optimalen Produktionsgeschwindigkeit entgegensteht. Vielfach wird deshalb anstelle von Standard-PVC mit einem K-Wert von 63 bis 65 Material mit einem höheren Molekulargewicht eingesetzt, was K-Werten von 70 und mehr entspricht. Der Abstecherschnitt hat also bei den erfindungsgemäßen Wickelbändern aus Copolymer einen anderen Grund als bei solchen aus PVC.

**[0110]** Das erfindungsgemäße Wickelband ist ausgezeichnet zum Umwickeln von langgestrecktem Gut wie Feldspulen oder Kabelsätzen in Fahrzeugen geeignet. Das erfindungsgemäße Wickelband ist ebenfalls für andere Anwendungen geeignet wie zum Beispiel für Lüftungsrohre im Klimabau, da die hohe Flexibilität eine gute Anschmiegsamkeit an Nieten, Sicken und Falzen sichert.

**[0111]** Den heutigen arbeitshygienischen und ökologischen Anforderungen wird Rechnung getragen, indem auf den Einsatz halogenhaltiger Rohstoffe verzichtet wird, dies gilt auch für flüchtige Weichmacher, es sei denn die Mengen sind so gering, dass der Fogging-Wert in der Regel 90 % nicht unterschreitet. Die Halogenfreiheit ist für die thermische Verwertung von Abfällen, die solche Wickelbänder enthalten, von außerordentlicher Bedeutung (zum Beispiel Müllverbrennung der Kunststofffraktion vom Fahrzeugrecycling). Das erfindungsgemäße Produkt ist halogenfrei in dem Sinne, dass der Halogenhalt der Rohstoffe so niedrig ist, dass er für die Flammwidrigkeit keine Rolle spielt. Halogene in Spurenmengen, wie sie durch Verunreinigungen oder als Rückstände von Katalysatoren (zum Beispiel aus der Polymerisation der eingesetzten Polymere) auftreten könnten, bleiben unberücksichtigt. Der Verzicht auf Halogene zieht die Eigenschaft der leichten Brennbarkeit nach sich, was den Sicherheitserfordernissen in elektrischen Anwendungen wie Haushaltsgeräten oder Fahrzeugen nicht entspricht. Das Problem mangelnder Flexibilität bei der Verwendung üblicher PVC-Ersatzmaterialien wie Polypropylen, Polyester, Polystyrol, Polyamid oder Polyimid für das Wickelband wird in der zugrundeliegenden Erfindung nicht durch flüchtige Weichmacher gelöst, sondern durch den Einsatz eines weichen speziellen Copolymers, welches trotz seiner Weichheit und Flexibilität eine gute Reißbarkeit ermöglicht, insbesondere bei Anwendung der geschilderten optimalen Prozessbedingungen. Die Flexibilität ist von herausragender Bedeutung, da bei Anwendung auf Drähten und Kabeln nicht nur spiralig gewickelt sondern an Verzweigungsstellen, Steckern oder Befestigungsclipsen auch faltenfrei kurvenflexibel gewickelt werden muss. Darüber hinaus ist erwünscht, dass das Wickelband den Kabelstrang elastisch zusammenzieht. Dieses Verhalten ist auch zur Abdichtung der Lüftungsrohre notwendig. Diese mechanischen Eigenschaften können von einem flexiblen Wickelband basierend auf dem erfindungsgemäßen Copolymer erreicht werden.

#### Prüfmethoden

**[0112]** Die Messungen werden bei einem Prüfklima von  $23 \pm 1$  °C und  $50 \pm 5$  % rel. Luftfeuchte durchgeführt.

**[0113]** Die Dichte der Polymeren wird nach ISO 1183, der Biegemodul nach ISO 178 ermittelt und in  $\text{g/cm}^3$  beziehungsweise MPa ausgedrückt. Der Biegemodul nach ASTM D790 beruht auf anderen Abmessungen der Probekörper, ist aber im Ergebnis als Zahl vergleichbar. Der Schmelzindex wird nach ISO 1133 geprüft und in  $\text{g}/10$  min ausgedrückt. Die Prüfbedingungen sind wie marktüblich 230 °C und 2,16 kg für Polymere mit kristallinem Polypropylen und 190 °C und 2,16 kg für Polymere mit kristallinem Polyethylen. Der Kristallitschmelz-

punkt ( $T_{cr}$ ) wird mit DSC nach MTM 15902 (Basell-Methode) beziehungsweise ISO 3146 ermittelt.

**[0114]** Das Zugdehnungsverhalten des Wickelbandes wird an Prüflingen vom Typ 2 (rechteckige 150 mm lange und nach Möglichkeit 15 mm breite Prüfstreifen) nach DIN EN ISO 527-3/2/300 mit einer Prüfgeschwindigkeit von 300 mm/min, einer Einspannlänge von 100 mm und einer Vorkraft von 0,3 N/cm ermittelt. Im Fall von Mustern mit rauen Schnittkanten sind die Kanten mit einer scharfen Klinge vor dem Zugversuch zu besäumen. Für die Bestimmung der Kraft oder Spannung bei 1 %-Dehnung wird hiervon abweichend mit einer Prüfgeschwindigkeit von 10 mm/min und einer Vorkrafteinstellung von 0,5 N/cm an einer Zugprüfmaschine Modell Z 010 (Hersteller Zwick) gemessen. Die Prüfmaschine ist angegeben, weil der 1 %-Wert etwas von dem Auswertungsprogramm beeinflusst werden kann. Das Zugdehnungsverhalten wird, wenn nicht anders angegeben, in Maschinenrichtung (MD, Laufrichtung) geprüft. Die Kraft wird in N/Streifenbreite und die Spannung in N/Streifenquerschnitt ausgedrückt, die Bruchdehnung in %. Die Prüfergebnisse, insbesondere die Bruchdehnung (Reißdehnung), sind durch eine hinreichende Zahl von Messungen statistisch abzusichern.

**[0115]** Die Klebkräfte werden bei einem Abzugswinkel von 180° nach AFERA 4001 an (nach Möglichkeit) 15 mm breiten Teststreifen bestimmt. Hierbei werden Stahlplatten nach AFERA-Norm als Prüfuntergrund verwendet soweit kein anderer Haftgrund genannt ist.

**[0116]** Die Dicke der Folienschicht des Wickelbandes wird nach DIN 53370 bestimmt (die Haftklebstoffschicht wird nicht berücksichtigt).

**[0117]** Die Holding Power wird nach der PSTC 107 (10/2001) bestimmt, wobei das Gewicht 20 N beträgt und die Maße der Verklebungsfläche 20 mm in der Höhe und 13 mm in der Breite beträgt.

**[0118]** Die Abrollkraft wird bei 300 mm/min nach DIN EN 1944 gemessen.

**[0119]** Die Handeinreißbarkeit lässt sich schwer in Zahlen ausdrücken, auch wenn Bruchkraft, Bruchdehnung und Schlagzugzähigkeit (alles längs gemessen) von wesentlichem Einfluss sind. Die Folie wird sowohl quer zwischen zwei Paaren aus Daumen und Zeigefingerspitzen durchgerissen als auch nach Beendigung eines Wickelvorgangs in Längsrichtung ruckartig abgerissen.

#### Bewertung:

+++ = sehr leicht,  
 ++ = gut,  
 + = noch verarbeitbar,  
 - = schwer verarbeitbar,  
 — = nur mit hohem Kraftaufwand abreißbar, die Enden sind unsauber,  
 — = nicht verarbeitbar

**[0120]** Die Prüfung der Reißfestigkeit nach Elmendorf erfolgt nach ASTM D1922. Als Kriterium eines sauber quer verlaufenden Risses wird das Verhältnis der Reißfestigkeit in Querrichtung zu der in Längsrichtung herangezogen.

**[0121]** Die Wärmestabilität wird in Anlehnung an ISO/DIN 6722 bestimmt. Der Ofen wird nach ASTM D 2436-1985 mit 175 Luftwechseln pro Stunde betrieben. Die Prüfzeit beträgt 3000 Stunden. Als Prüftemperatur wird 105 °C (ähnlich Klasse B jedoch abweichend 105 °C statt 100 °C) gewählt.

**[0122]** Bei der Verträglichkeitsprüfung wird die Wärmelagerung auf handelsüblich Leitern (Kabeln) mit Polyolefinisolation (Polypropylen oder strahlenvernetztes Polyethylen) für Krafffahrzeuge durchgeführt. Hierfür werden Probekörper aus Leitern von 3 bis 6 mm<sup>2</sup> Querschnitt, 350 mm Länge und 10 mm Gesamtdurchmesser durch Umwicklung mit Wickelband mit 50 %iger Überlappung hergestellt. Nach der 3000 Stunden-Alterung der Probekörper im Umluftofen (Bedingungen wie bei der Prüfung der Wärmestabilität) werden die Proben bei 23 °C konditioniert und nach ISO/DIN 6722 von Hand um einen Dom gewickelt. Der Wickeldorn einen Durchmesser von 5 mm, das Gewicht hat eine Masse von 5 kg und die Wickelgeschwindigkeit beträgt 1 Umdrehung pro Sekunde. Die Muster werden anschließend visuell auf Fehler in dem Wickelband und in der Drahtisolation unter der Wickelband untersucht. Der Test ist nicht bestanden, wenn Risse in der Drahtisolation erkennbar sind, insbesondere wenn diese schon vor dem Biegen auf dem Wickeldorn erkennbar sind. Wenn das Wickelband Risse aufweist oder im Ofen geschmolzen ist, gilt der Test ebenfalls als nicht bestanden. Bei der 125 °C-Prüfung wurden teilweise auch Muster zu anderen Zeitpunkten geprüft. Als Prüfzeit gelten 3000 Stunden

soweit nicht im Einzelfall ausdrücklich anders beschrieben.

**[0123]** Beim Kältetest wird der oben beschriebene Probekörper in Anlehnung an ISO/DIN 6722 4 Stunden auf  $-40\text{ °C}$  abgekühlt und die Probe von Hand auf einen Dorn von 5 mm Durchmesser gewickelt. Die Muster werden visuell auf Fehler (Risse) im Klebeband geprüft.

**[0124]** Die Durchschlagsspannung wird nach ASTM D 1000 gemessen. Als Zahl wird der höchste Wert genommen, dem das Muster bei dieser Spannung eine Minute standhält. Diese Zahl wird auf eine Probendicke von 100  $\mu\text{m}$  umgerechnet.

Beispiel:

**[0125]** Eine Probe von 200  $\mu\text{m}$  Dicke hält nach einer Minute eine maximale Spannung von 6 kV stand, die berechnete Durchschlagsspannung beträgt 3 kV/100  $\mu\text{m}$ .

**[0126]** Der Fogging-Wert wird nach DIN 75201 A ermittelt.

**[0127]** Das Brandverhalten wird nach einer Methode eines Autoherstellers geprüft. Hierzu werden die Prüfdrähte mit ca. 0,5 mm Leitungsquerschnitt und Polyolefinisielierung durch Umwicklung mit dem zu prüfenden Wickelband zu einem 30 cm langen Kabelbaum von 10 mm Durchmesser verarbeitet. Die Überlappung des Wickelbandes beträgt 50 %. Der Kabelbaum wird waagrecht fixiert und mit einer 130 mm langen Gasflamme mit einer 35 mm langem inneren Flamme 30 Sekunden zur Entzündung erhitzt. Dabei wird die Spitze der desoxidierenen Flamme von unten auf die Mitte der Probe gerichtet. Die Prüfung ist bestanden, wenn der Kabelbaum in dem zugluftfreien Raum von selbst verlischt.

**[0128]** Der Weißbruch wird visuell an einer 100 mm langen Probe bestimmt, welche auf einer Zugprüfmaschine mit 300 mm/min auf 200 % der Ursprungslänge gedehnt wurde.

Ausführungsbeispiel

**[0129]** Folgende Beispiele sollen die Erfindung erläutern, ohne deren Umfang zu beschränken.

Inhalt:

- Beschreibung der Beispiele
- Tabellarische Zusammenstellung der Ergebnisse der Beispiele
- Beschreibung der Vergleichsbeispiele
- Tabellarische Zusammenstellung der Ergebnisse der Vergleichsbeispiele

Beispiel 1

**[0130]** Zur Herstellung des Trägerfilmes wird eine Folie mit einer Düsentemperatur von  $200\text{ °C}$  als Flachfolie (= Cast-Verfahren) extrudiert. Die 90  $\mu\text{m}$  starke Hauptschicht besteht aus einem Copolymer mit Na-Ionen (Surlyn 1601-2, DuPont) und die Coextrusionsschicht aus einem EVA mit 4,5 % Vinylacetat, einer Dichte von 0,925  $\text{g}/\text{m}^3$  und einem Schmelzindex von  $\text{g}/10\text{ min}$  (LD 262, Exxonmobil).

**[0131]** Die erhaltene Folie wird auf der Copolymerseite coronabehandelt und anschließend auf dieser Seite die Klebmasse Rikidyne BDF 505 (unter Zugabe von 1 Gew.-% Desmodur Z 4470 MPA/X auf 100 Gewichtsteile Klebmasse auf Trockengehalt berechnet) mit 23  $\text{g}/\text{m}^2$  aufgetragen. Der Haftklebstoff wird im Wärmekanal getrocknet und dabei chemisch vernetzt und anschließend am Ende des Trockners zu Stangen mit 25 m Lauflänge gewickelt. Das Schneiden erfolgt durch Abstechen der erhaltenen Stangen mittels rotierender Messer (round blade) in Rollen zu 15 mm Breite.

Eigenschaften des Wickelbandes:

Holding Power > 2000 min (dann Messung abgebrochen).

**[0132]** Das Produkt lässt sich leicht von Hand ein- und abreißen, der Riss erfolgt in keiner Vorzugsrichtung. Nach einer Lagerung von 7 Tagen bei  $120\text{ °C}$  ist die Probe weder versprödet noch geschmolzen.

## Beispiel 2

**[0133]** Auf einer Blasfolienanlage wird eine Folie hergestellt. Die Außenschichten bestehen aus

74 Gew.-%	LDPE (LD 252 BA, Exxonmobil), Schmelzindex 3.8 g/10min, Dichte 0,9225 g/cm <sup>3</sup>
20 Gew.-%	HDPE (HMA 035, Exxonmobil),
1 Gew.-%	Antioxidantgemisch (bestehend aus ¼ Irganox 1010, ½ Irganox PS 802, ¼ Irgafos 168) und Rußbatch (Plasblack PE 1851, Cabot)
5 Gew.-%	

und die Mittelschicht aus

99 Gew.-%	Copolymer mit Na-Ionen (Surlin 1601-2, DuPont) und oben genannten Antioxidantgemischs.
1 Gew.-%	

## Verfahrensbedingungen:

Extrudertemperatur	175 °C
Düsentemperatur	180 °C
Aufblasverhältnis	2,6
Längsstreckverhältnis	5,8
Höhe der Frostlinie	60 cm
Dicke der Außenschichten	jeweils 40 µm
Dicke der Mittelschicht	35 µm

**[0134]** Die so hergestellte Trägerfolie wird einer einseitigen Flammvorbehandlung unterzogen und mit Acronal DS 3458 (Acrylatschmelzhaftkleber) mittels eines Walzenauftragswerks bei 50 m/min beschichtet. Die Temperaturbelastung des Trägers wird durch eine gekühlte Gegendruckwalze reduziert. Der Masseauftrag beträgt ca. 35 g/m<sup>2</sup>. Eine geeignete Vernetzung des Haftklebstoffs wird in-line vor der Aufwicklung durch Bestrahlung mit einer UV-Anlage erreicht, die mit 6 Mitteldruck-Hg-Lampen à 120 W/cm ausgestattet ist. Die bestrahlte Bahn wird zu Stangen mit 20 m Lauflänge auf 1 1/4-Zoll-Kern (31 mm) gewickelt. Die Stangen werden zur Erhöhung der Abrollkraft 5 Stunden in einem Ofen bei 60 °C getempert. Das Schneiden erfolgt durch Abstechen der Stangen mittels feststehender Klinge (straight knife) in 50 mm breite Rollen.

**[0135]** Dieses Wickelband zeichnet sich durch eine relativ geringe Querreifestigkeit nach Elmendorf aus (14 N/mm, in Längsrichtung 30 N/mm) aus und lässt sich trotz der großen Breite mit sauberen Kanten abreißen.

## Beispiel 3

**[0136]** Im Blasverfahren wird eine Folie hergestellt. Die Hauptschicht von 110 µm besteht zu

65 Gew.-%	aus einem Copolymer mit Li-Ionen (Surlin 7930, DuPont),
30 Gew.-%	eines EVAs (LD 261, Exxonmobil) und
5 Gew.-%	eines Antioxidantmasterbatches (PPM 1553, Polyplast Müller).

**[0137]** Die 10 µm starke Coextrusionsschicht besteht aus einem olefinischen Ethylencopolymer (LLDPE aus Ethylen mit Buten, Schmelzindex 5 g/10 min, Dichte 0,936 g/cm<sup>3</sup>, LL 6301 XR von Exxonmobil). Die corona-behandelte Hauptschicht wird mit einer Haftvermittlerschicht aus Naturkautschuk, Cyclokautechuk und 4,4'-Diisocyanato-diphenylmethan (Lösungsmittel Toluol) von 0,6 g/m<sup>2</sup> beschichtet und getrocknet. Die Klebmassenbeschichtung wird direkt auf die Haftvermittlerschicht mittels Kommarakel mit einem Auftragsgewicht von 18 g/m<sup>2</sup> (bezogen auf Trockensubstanz) aufgetragen. Die Klebmasse besteht aus einer Lösung einer Naturkautschukklebemasse in n-Hexan mit einem Feststoffgehalt von 30 Gewichtsprozent. Diese besteht aus



50 Teilen	Naturkautschuk,
10 Teilen	Zinkoxid,
3 Teilen	Kolophoniumharz,
6 Teilen	Alkylphenolharz,
17 Teilen	Terpenphenolharz,
12 Teilen	Poly-β-Pinenharz,
1 Teil	Antioxidant Irganox 1076 und
2 Teilen	mineralischem Öl.

**[0138]** Die Trocknung des Nachstriches erfolgt im Trockenkanal bei 100 °C. Die Folie wird unmittelbar dahinter in einem Verbundschneidautomaten mit einem Messerbalken mit scharfen Klingen in 19 mm Abstand zu Rollen auf Standardklebebandkernen (3 Zoll) geschnitten.

#### Beispiel 4

**[0139]** Auf einer Blasfolienanlage wird eine Folie mit Klebstoffschicht hergestellt, weist folgenden Rezepturaufbau auf:

#### Schicht 1:

60 µm:	
70 Gew.-%	LDPE (LD 252, Exxonmobil),
20 Gew.-%	HDPE (HMA 035, Exxonmobil),
5 Gew.-%	eines Antioxidantmasterbatches (PPM 1553, Polyplast Müller) und
	Rußbatch (Plasblack PE 1851, Cabot)
5 Gew.-%	

#### Schicht 2:

60 µm:	
95 Gew.-%	Copolymer mit Na-Ionen (Surlin 1601-2, DuPont) und
5 Gew.-%	eines Antioxidantmasterbatches (PPM 1553, Polyplast Müller)

#### Schicht 3:

15 µm:	
100 phr	Escorene UL 02133

#### Schicht 4

20 µm:	Levapren 450
--------	--------------

**[0140]** Die klebende Folie wird auf der Rückseite mit geringer Leistung in-line coronabehandelt und zu Stangen von 20 m Lauflänge gewickelt, welche eine Woche bei 40 °C getempert werden. Das Schneiden erfolgt durch Abstechen der Stangen mittels feststehender Klinge (straight knife). Durch die Temperung steigt die Abrollkraft so stark an, dass sich die Wickelfolie unter leichter Spannung applizieren lässt. Diese Ausführungsform ist lösungsmittelfrei und einfach herstellbar, da keine Beschichtung erforderlich ist.

**[0141]** Das Verhältnis der Reißfestigkeiten längs zu quer beträgt 7,2.

#### Beispiel 5

**[0142]** Auf einer Blasfolienanlage wird eine Folie hergestellt. Die eine Schicht ist 40 µm stark und besteht aus einem Compound

78,7 Gew.-%	eines Copolymers mit Zn-Ionen [Novex M21 G764, BP],
0,3 Gew.-%	Irganox 1010,
1 Gew.-%	Irganox PS 802,
20 Gew.-%	Melamincyanurat [Melapur NC25, Nordmann-Rassmann]),

die andere ist 60 µm stark und besteht zu

85 Gew.-%	aus EVA (LD 360, Exxonmobil),
5 Gew.-%	Rußbatch (Plasblack PE 1851, Cabot),
5 Gew.-%	Mattierungsmittelbatch (LCC 70, Schulman) und
5 Gew.-%	Antioxidantmasterbatch (TS 801 LD, Polyplast Müller).

**[0143]** Die Folie wird mit einer Dosis von 110 kGy mit Elektronenstrahlen vernetzt.

**[0144]** Nach einer Coronabehandlung auf der nicht eingefärbten Seite wird ein wässriger Acrylathafklebstoff (90 Gew.-Teile in Lieferform Primal PS 83 D und 10 Gew.-Teile Melamincyanurat) mittels eines Rakels mit einem Auftragsgewicht von 24 g/m<sup>2</sup> aufgetragen. Die Trocknung der Klebstoffschicht erfolgt im Trockenkanal bei 70 °C, das fertige Wickelband wird zu Stangen mit 20 m Lauflänge auf 1-Zoll-Kern (25 mm) gewickelt. Das Schneiden erfolgt durch Abstechen der Stangen mittels feststehender Klinge mit nicht sehr spitzem Winkel (straight knife) in 19 mm breite Rollen.

**[0145]** Diese Wickelfolie zeigt eine leicht matte Oberfläche.

## Eigenschaften der Beispiele

	<i>Beispiel 1</i>	<i>Beispiel 2</i>	<i>Beispiel 3</i>	<i>Beispiel 4</i>	<i>Beispiel 5</i>
Foliendicke [mm]	0,1	0,115	0,12	0,135	0,1
Klebkraft Stahl [N/cm]	2,4	3,0	3,0	1,9	2,9
Klebkraft auf eigener Rückseite [N/cm]	1,9	2,2	18	1,7	1,9
Abrollkraft [N/cm]	2,2	2,4	2,5	2,6	2,2
Reißkraft* [N/cm]	11	24	26	33	7
Reißdehnung* [%]	360	320	290	330	190
Kraft bei 1 % Dehnung [N/cm]	1,1	2,5	0,5	1,7	1,9
Kraft bei 100 % Dehnung [N/cm]	7,2	15	21	21	4
Reißdehnung* nach 3000h@105°C >100%	ja	ja	ja	ja	ja
Kompatibilität mit PE- und PP-Kabeln 3000h@105 °C	keine Versprödung	keine Versprödung	keine Versprödung	keine Versprödung	keine Versprödung
Handeinreißbarkeit	+++	++	+	+++	++
Durchschlagspannung [kV/100µm]	10	11	9	12	5
Fogging-Wert	98	96	55	93	99
Halogenfreiheit	ja	ja	ja	ja	ja
Brandtest auf PE und PP-Kabeln	OK	OK	OK	OK	OK
Kältetest - 40 °C	OK	OK	OK	OK	OK
Weißbruch	nein	nein	nein	nein	ja

\* an mit Klängen geschnittenen Mustern

## Vergleichsbeispiel 1

**[0146]** Zur Beschichtung wird eine konventionelle Folie für Isolierband von Singapore Plastic Products Pte. unter der Bezeichnung F2104S eingesetzt. Die Folie enthält nach Herstellerangaben

ca. 100 phr  
43 phr  
5 phr  
25 phr

1 phr  
0,3 phr

Suspensions-PVC mit dem K-Wert 63 bis 65,  
DOP (Di-2-ethylhexylphthalat),  
dreibasisches Bleisulfat (TLB, Stabilisator),  
gemahlene Kreide (Bukit Batu Murah Malaysia mit  
Fettsäure-Coating),  
Furnaceruß und  
Stearinsäure (Gleitmittel).

phr entspricht parts per hundred resin.

**[0147]** Die Nenndicke beträgt 100 µm und die Oberfläche ist glatt aber matt.

**[0148]** Auf der einen Seite wird der Primer Y01 von Four Pillars Enterprise/Taiwan aufgetragen (analytisch acrylatmodifizierter SBR-Kautschuk in Toluol) und darauf 23 g/m<sup>2</sup> des Klebstoffs IV9 von Four Pillars Enterprise/Taiwan (analytisch feststellbare Hauptkomponente: SBR und Naturkautschuk, Terpenharz und Alkylphenolharz in Toluol). Die Folie wird unmittelbar nach dem Trockner mit einem Messerbalken mit scharfen Klingen in 25 mm Abstand in einem Verbundschneidautomaten zu Rollen geschnitten.

**[0149]** Die Reißdehnung nach 3000 h bei 105 °C ist nicht messbar, da das Muster durch Weichmacherverdampfung in kleine Stücke zerfallen ist. Nach 3000 h bei 85 °C beträgt die Reißdehnung 150 %

#### Vergleichsbeispiel 2

**[0150]** Das Beispiel A der WO 97/05206 A1 wird nachgearbeitet.

**[0151]** Die Herstellung des Compounds wird nicht beschrieben. Die Komponenten werden daher auf einem Doppelschneckenlaborextruder von 50 cm Länge und einem L/D-Verhältnis von 1:10 gemischt:

9,59 phr	Evatane 2805,
8,3 phr	Attane SL 4100, 82,28 phr Evatane 1005 VN4,
74,3 phr	Martinal 99200-08,
1,27 phr	Irganox 1010,
0,71 phr	AMEO T, 3,75 Masterbatch schwarz (hergestellt aus je 50 Gew.-%
	Polyethylen mit MFI = 50 und Furnace Seast 3 H),
0,6 phr	Stearinsäure,
0,60 phr	Luwax AL 3.

**[0152]** Der Compound wird granuliert, getrocknet und auf einer Laboranlage zu einer Schlauchfolie verblasen und beidseitig geschlitzt. Es wird versucht, die Folie nach Coronavorbehandlung mit Klebstoff analog Beispiel 1 zu beschichten, sie weist jedoch zu starken Schrumpfung in Quer- und Längsrichtung auf, die Rollen sind nach 4 Wochen wegen zu hoher Abrollkraft kaum noch abwickelbar.

**[0153]** Daher folgt ein Versuch der Beschichtung mit einem unpolaren Kautschukleber wie in Beispiel 6, welcher aber an der Lösungsmittlempfindlichkeit der Folie scheitert. Da die angegebene Schrift eine Klebstoffbeschichtung nicht beschreibt, wohl aber anzustrebende klebtechnische Eigenschaften, wird die Folie im Scherenschnitt zwischen einem Satz aus Paaren von je zwei rotierenden Messern zu 25 mm breiten Streifen zerschnitten und gewickelt.

**[0154]** Das selbstklebende Wickelband zeichnet sich durch eine gute Flexibilität und Flammwidrigkeit aus. Die Handeinreißbarkeit ist jedoch nicht ausreichend. Des weiteren führt das Wickelband zu einer erheblichen Verkürzung der Lebensdauer der Kabelisolierung durch Versprödung. Die hohe Schrumpfung ist durch den zu niedrigen Schmelzindex des Compounds bedingt. Auch bei höherem Schmelzindex der Rohstoffe sind Probleme zu erwarten, obwohl dadurch der Schrumpfung deutlich geringer wird, denn eine Thermofixierung ist trotz des geringen Erweichungspunktes der Folie in der genannten Schrift nicht vorgesehen. Da das Produkt keine signifikante Abrollkraft aufweist, ist es kaum auf Drahtbündeln applizierbar. Der Fogging-Wert liegt bei 73 % (vermutlich bedingt durch das Paraffinwachs).

#### Vergleichsbeispiel 3

**[0155]** Das Beispiel 1 der EP 0 953 599 A1 wird nachgearbeitet.

**[0156]** Die Herstellung des Compounds wird wie beschrieben auf einem Einschneckenlaborextruder gemischt:

85 phr	Lupolex 18 E FA,
6 phr	Escorene UL 00112,
9 phr	Tuftec M-1943,
63 phr	Magnifin H 5,
1,5 phr	Magnesiumstearat,
11 phr	Novaexcel F 5,
4 phr	Seast 3 H,
0,2 phr	Irganox 1010,
0,2 phr	Tinuvin 622 LD,

wobei eine deutliche Freisetzung von Phosphin zu riechen ist.

**[0157]** Die Folienherstellung erfolgt auf einer Laborblasanlage.

**[0158]** Die Folie weist jedoch eine große Zahl an Füllstoffstippen und kleinen Löchern auf und die Blase reißt während des Versuchs mehrfach ab. Die Durchschlagsspannung streut stark von 0 bis 3 kV/100 u. Daher wird das Granulat zur weiteren Homogenisierung im Exiruder erneut aufgeschmolzen und granuliert. Der jetzt erhaltene Compound weist nur noch eine geringe Anzahl an Stippen auf. Beschichtung und Schneiden erfolgt analog Beispiel 1.

**[0159]** Das selbstklebende Wickelband zeichnet sich auf Grund der Verwendung von rotem Phosphor durch sehr gut Flammfestigkeit aus. Da das Produkt keine Abrollkraft aufweist, ist es kaum auf Drahtbündeln applizierbar. Die Wärmestandsbeständigkeit ist wegen des niedrigen Schmelzpunktes unzureichend.

#### Vergleichsbeispiel 4

**[0160]** Auf einen textilen Träger vom Typ Vlies-Faden-Nähgewirke Maliwatt (80 g/m<sup>2</sup>, Feinheit 22, schwarz, Dicke ca. 0,3 mm) wird mittels Düsenbeschichtung eine UV-vernietzbare Acrylat-Hotmelt-Klebmasse vom Typ Acronal DS 3458 bei 50 m/min aufgetragen. Die Temperaturbelastung des Trägers wird mittels einer gekühlten Gegendruckwalze reduziert. Der Masseauftrag beträgt ca. 65 g/m<sup>2</sup>. Eine geeignete Vernetzung wird in-line vor der Aufwicklung durch Bestrahlung mit einer UV-Anlage erreicht, die mit 6 Mitteldruck-Hg-Lampen à 120 W/cm ausgestattet ist. Die Ballen werden im Scherenschnitt (zwischen einem Satz paarweise leicht versetzter rotierender Messer) zu Rollen auf Standard-3-Zoll-Kerne konfektioniert.

**[0161]** Dieses Wickelband zeichnet sich durch gute klebtechnische Eigenschaften sowie durch eine sehr gute Kompatibilität zu verschiedenen Kabelisolierungsmaterialien (PVC, PE, PP) und Rillrohren aus. Aus anwendungstechnischer Sicht sind jedoch die hohe Dicke und die fehlende Handeinreißbarkeit sehr nachteilig.

#### Vergleichsbeispiel 5

**[0162]** Das Beispiel 1 der WO 00/71634 A1 wird nachgearbeitet.

**[0163]** Folgende Mischung wird in einem Knetter hergestellt:

80,8 phr	ESI DE 200,
19,2 phr	Adflex KS 359 P,
30,4 phr	Calciumcarbonat-Masterbatch SH3,
4,9 phr	Petrothen PM 92049,
8,8 phr	Antimonoxid TMS und
17,6 phr	DE 83-R.

**[0164]** Der Compound wird auf einer Cast-Laboranlage zu Flachfolie verarbeitet, Corona vorbehandelt, 20 g/m<sup>2</sup> JB 720 beschichtet, auf Stangen mit 3-Zoll-Kern gewickelt und durch Abstechen mit feststehender Klinge (Vorschub von Hand) geschnitten.

**[0165]** Dieses Wickelband zeichnet sich durch PVC-ähnliches mechanisches Verhalten aus, das heißt hohe Flexibilität und gute Handeinreißbarkeit. Nachteilig ist der Einsatz von bromhaltigen Flammschutzmitteln. Des weiteren ist die Wärmeformbeständigkeit bei Temperaturen oberhalb von 95 °C gering, so dass die Folie bei den Alterungs- und Verträglichkeitstesten schmilzt.

## Vergleichsbeispiel 6

**[0166]** Auf einer Flachfolienanlage (T die cast process) wird eine Folie hergestellt, die Düsentemperatur beträgt 180 °C. Die Schicht ist 100 µm stark und besteht zu 95 Gew.-% aus einem Copolymer mit Zn-Ionen [Novex M21G764, BP] und zu 5 Gew.-% aus einem Rußbatch (Plasblack PE 1851, Cabot).

**[0167]** Nach einer einseitigen Coronabehandlung wird ein wässriger Acrylathafklebstoff (90 Gew.-Teile in Lieferform Primal PS 83 D und 10 Gew.-Teile Melamincyanurat) mittels eines Rakels mit einem Auftragsgewicht von 24 g/m<sup>2</sup> aufgetragen. Die Trocknung der Klebstoffschicht erfolgt im Trockenkanal bei 70 °C, das fertige Wickelband wird zu Stangen mit 20 m Lauflänge auf 1-Zoll-Kern (25 mm) gewickelt. Das Schneiden erfolgt durch Abstechen der Stangen mittels feststehender Klinge mit nicht sehr spitzem Winkel (straight knife) in 19 mm breite Rollen.

## Eigenschaften der Vergleichsbeispiele

	<b>Ver- gleichs- beispiel 1</b>	<b>Ver- gleichs- beispiel 2</b>	<b>Ver- gleichs- beispiel 3</b>	<b>Ver- gleichs- beispiel 4</b>	<b>Ver- gleichs- beispiel 5</b>	<b>Ver- gleichs- beispiel 6</b>
Foliendicke [mm]	0,08	0,15	0,20	0,29	0,125	0,10
Klebkraft Stahl [N/cm]	1,8	2,0	1,9	5,1	2,3	2,9
Klebkraft auf eigener Rückseite [N/cm]	1,6	1,8	1,4	1,5	1,2	1,9
Abrollkraft [N/cm]	2,0	1,9	1,7	3,5	1,5	2,2
Reißkraft* [N/cm]	15	22,3	44,0	51,3	22,5	12
Reißdehnung* [%]	150	92	720	72	550	790
Kraft bei 1 % Dehnung [N/cm]	1,0	4,3	5,9	5,2	0,46	1,4
Kraft bei 100 % Dehnung [N/cm]	14,0	--	19,8	--	6,3	8
Reißdehnung* nach 3000@105°C >100%	versprödet	ja	ja	nicht versprödet	versprödet	ja
Kompatibilität mit PE- und PP-Kabeln 3000h @ 105 °C	nein	Kabel versprödet	Tape brüchig	ja	Tape brüchig	keine Versprödung
Handeinreißbarkeit	+++	-	--	--	+	--
Durchschlagspannung [kV/100µm]	4	3	3	2	4	5
Fogging-Wert	29	73	63	99	73	98
Halogenfrei	nein	ja	ja	ja	nein	ja
Brandtest auf PE und PP-Kabeln	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Kältetest - 40 °C	Nicht OK	OK	OK	OK	Nicht OK	OK
Weißbruch	nein	ja	ja	nein	ja	nein

\*an mit Klängen geschnittenen Mustern

### Patentansprüche

1. Halogenfreies Wickelband bestehend aus einer zumindest zweischichtigen Folie sowie bevorzugt einer darauf aufgetragenen Klebstoffschicht, dadurch gekennzeichnet, dass die Folie aufweist

A) eine erste Schicht, die ein Copolymer enthält aus

(a) einem  $\alpha$ -Olefin der Formel  $R-CH=CH_2$ , wobei R Wasserstoff oder ein Alkylrest mit 1 bis 10 Kohlenstoffatomen ist, und

(b) einer  $\alpha,\beta$ -ethylenisch ungesättigten Carbonsäure aus 3 bis 8 Kohlenstoffatomen sowie

(c) optional einem weiteren monoethylenisch ungesättigten Monomer, wobei die Carbonsäuregruppen des Copolymeren zu 10 bis 90 % durch Neutralisation mit Metallionen substituiert sind, und

B) mindestens eine weitere zweite Schicht aus einem Ethylenpolymer mit einem Schmelzindex von weniger als 8 g/10 min bei 2,16 kg und 190 °C.

2. Wickelband nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Anteil an Copolymer mindestens 10 Gew.-% und vorzugsweise mindestens 50 Gew.-% beträgt.

3. Wickelband nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Schmelzindex des Copolymeren unter 10 g/10 min, vorzugsweise unter 1 g/10 min, bei 2,16 kg und 190 °C liegt

4. Wickelband nach zumindest einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Metallionen ein- bis dreiwertig sind, bevorzugt aus der Gruppe der Alkalimetalle, insbesondere Natrium.

5. Wickelband nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Ethylenpolymer

a) ein Polyolefin ist,

b) einen Schmelzindex von mindestens 2 g/10min und/oder

c) eine Dichte von unter 0,94 g/cm<sup>3</sup> aufweist.

6. Wickelband nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Folie durch Blasextrusion hergestellt wird.

7. Wickelband nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass

- das Längsstreckverhältnis (Verhältnis Wickelgeschwindigkeit der Folie zu Geschwindigkeit der Schmelze in der Düse) 2 bis 25, vorzugsweise 5 bis 10 beträgt,

- die Frostlinie kleiner als 160 cm ist,

- das Längsstreckverhältnis dividiert durch die Frostlinie größer als 0,1 cm<sup>-1</sup> vorzugsweise größer als 0,2 cm<sup>-1</sup> ist,

- das Aufblasverhältnis im Bereich von 1 bis 4, vorzugsweise 1,8 bis 2,5 liegt und/oder

- der Düsenspalt im Bereich von 1 bis 1,6 mm liegt.

8. Wickelband nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Reißfestigkeit nach Elmendorf in Längsrichtung mindestens das Doppelte, vorzugsweise mindestens das Vierfache der Reißfestigkeit in Querrichtung beträgt.

9. Wickelband nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass

- Dicke der Folienschicht 30 bis 180  $\mu$ m, insbesondere 55 bis 100  $\mu$ m,

- die Kraft in Laufrichtung bei 1 % Dehnung 0,6 bis 4 N/cm,

- die Kraft bei 100 % Dehnung 5 bis 20 N/cm,

- die Reißdehnung 200 bis 1000 %, vorzugsweise 30 bis 400 %,

- die Reißkraft 6 bis 40, vorzugsweise 8 bis 15 N/cm und/oder

- die Durchschlagsspannung mindestens 5 kV/100  $\mu$ m beträgt.

10. Wickelband nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass

- zwischen Folien- und Kleberschicht eine Primerschicht vorhanden ist,

- die Menge der Kleberschicht 10 bis 40 g/m<sup>2</sup>, vorzugsweise 18 bis 28 g/m<sup>2</sup>,

- die Klebkraft auf Stahl 1,5 bis 3 N/cm,

- die Abrollkraft 1,2 bis 6,0 N/cm bei 300 mm/min Abrollgeschwindigkeit, bevorzugt 1,6 bis 4,0 N/cm, besonders bevorzugt 1,8 bis 2,5 N/cm, und/oder

- die Holding Power mehr als 150 min beträgt.

11. Wickelband nach zumindest einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Wickelfolie eine lösungsmittelfreie Haftklebmasse aufweist, vorzugsweise auf Polyacrylat-Basis.
12. Wickelband nach zumindest einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Wickelfolie weichmacherfrei ist oder der Weichmachergehalt so niedrig ist, dass der Fogging-Wert über 90 % liegt.
13. Wickelband nach zumindest einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die copolymerhaltige erste Schicht der Folie mit einem weiteren Polymer, insbesondere einem auf Ethylenbasis, abgemischt ist, welches vorzugsweise keinen wesentlich niedrigeren Schmelzindex als das Copolymer aufweist.
14. Wickelband nach zumindest einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest eine Schicht des Wickelbandes vernetzt ist, vorzugsweise durch ionisierender Strahlung oder Modifizierung eines Polymers mit Silangruppen.
15. Verfahren zur Herstellung eines Wickelbandes nach zumindest einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Wickelfolie zu Stangen gewickelt wird, welche dann zur Erhöhung der Abrollkraft getempert und anschließend zu Rollen geschnitten werden, wobei die Abrollkraft des so hergestellten Materials bei 300 mm/min vorzugsweise um mindestens 50 % höher liegt als ohne eine solche Maßnahme.
16. Verfahren zur Herstellung eines Wickelbandes nach zumindest einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Wickelfolie zur Erhöhung der Abrollkraft einer Flamm- oder Coronabehandlung unterzogen oder mit einer polaren Coextrusionsschicht versehen wird und anschließend zu Rollen verarbeitet wird, wobei die Abrollkraft des so hergestellten Materials bei 300 mm/min vorzugsweise um mindestens 50 % höher liegt als ohne eine solche Maßnahme.
17. Verfahren zur Herstellung eines Wickelbandes nach zumindest einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Wickelfolie durch ein Verfahren geschnitten wird, welches durch raue Schnittkanten zur leichteren Handeinreißbarkeit führt, wobei die Bruchdehnung der so geschnittenen Wickelfolienrollen vorzugsweise um mindestens 30 % niedriger liegt als beim Schnitt mit scharfen Klingen.
18. Verwendung eines Wickelbandes nach zumindest einem der vorherigen Ansprüche zum Bündeln, Schützen, Kennzeichnen, Isolieren oder Abdichten von Lüftungsrohren oder Drähten oder Kabeln und zum Ummanteln von Kabelsätzen in Fahrzeugen oder Feldspulen für Bildröhren.

Es folgt kein Blatt Zeichnungen