



(12) Ausschließungspatent

(11) DD 298 126 A5

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1
Patentgesetz der DDR
vom 27. 10. 1983
in Übereinstimmung mit den entsprechenden
Festlegungen im Einigungsvertrag

5(51) C 08 L 45/00
C 08 L 23/08
C 08 L 23/34
B 29 C 35/02
B 29 C 47/00
B 29 K 45:00

DEUTSCHES PATENTAMT

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21)	DD C 08 L / 343 021 4	(22)	24.07.90	(44)	06.02.92
(31)	90-J1064	(32)	30.01.90	(33)	FR

(71)	siehe (73)
(72)	Hert, Marius, Dipl.-Chem.; Dousson, Christian, Dipl.-Chem.; Maindron, Guy, Dipl.-Chem., FR
(73)	NORSOLOR S. A., 92080 PARIS LA DEFENSE, 18, Place des Reflets, Tour Aurore, Cedex 5, FR
(74)	Reitstötter, Kinzebach & Partner, Patentanwälte, Sternwartstraße 4, W - 8000 München 80, DE

(54) Thermoplastische Elastomerzusammensetzungen

(55) Zusammensetzung; Kunststoffe; Elastomere; Thermoplasten; Polynorbornen; Herstellung; Verfahren; Vulkanisation; Formkörper

(57) Die Erfindung betrifft thermoplastische Zusammensetzungen und Verfahren zu deren Herstellung. Die Zusammensetzungen enthalten eine Mischung aus 20 bis 70 Gew.-Teilen Polynorbornen, 80 bis 30 Gew.-Teilen eines kristallinen Polyolefins und einem Weichmacher für das Polynorbornen in einer Menge, die ausreicht, dessen Glasübergangstemperatur bis in den Bereich derjenigen von Kautschuk abzusenken. Das kristalline Polyolefin ist ein Copolymer von Ethylen und wenigstens einem α -Olefin mit 3 bis 10 Kohlenstoffatomen, das eine Dichte im Bereich von 0,89 bis 0,93, eine Kristallinität im Bereich von 15 bis 50% und eine Fließzahl im Bereich von 0,5 bis 15 dg/min aufweist. Die erfindungsgemäßen Zusammensetzungen sind zur Herstellung von Fertigprodukten und industriellen Produkten durch Extrudieren, Spritzguß- und Formpressen brauchbar.

Patentansprüche:

1. Zusammensetzung, die eine Mischung aus 20 bis 70 Gew.-Teilen Polynorbornen, 80 bis 30 Gew.-Teilen eines kristallinen Polyolefins und einen Weichmacher für das Polynorbornen in einer Menge umfaßt, die ausreicht, dessen Glasübergangstemperatur bis in den Bereich derjenigen von Kautschuk abzusenken, **dadurch gekennzeichnet**, daß das kristalline Polyolefin ein Copolymer auf Basis von Ethylen und wenigstens einem α -Olefin mit 3 bis 10 Kohlenstoffatomen ist, das eine Dichte im Bereich von 0,89 bis 0,93, eine Kristallinität im Bereich von 15 bis 50% und eine Fließzahl im Bereich von 0,5 bis 15 dg/min aufweist.
2. Thermoplastische Zusammensetzung, die eine Mischung aus 20 bis 70 Gew.-Teilen eines vernetzten Polynorbornens, 80 bis 30 Gew.-Teilen eines kristallinen Polyolefins und einen Weichmacher für das Polynorbornen in einer Menge umfaßt, die ausreicht, dessen Glasübergangstemperatur bis in den Bereich derjenigen von Kautschuk abzusenken, **dadurch gekennzeichnet**, daß das kristalline Polyolefin ein Copolymer auf Basis von Ethylen und wenigstens einem α -Olefin mit 3 bis 10 Kohlenstoffatomen ist, das eine Dichte im Bereich von 0,89 bis 0,93, eine Kristallinität im Bereich von 15 bis 50% und eine Fließzahl im Bereich von 0,5 bis 15 dg/min aufweist.
3. Zusammensetzung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Copolymer eine besonders ausgeprägte makromolekulare Heterogenität besitzt, d. h., daß der Gehalt an α -Olefin in den kristallinen oder amorphen Fraktionen beträchtlich vom Mittelwert abweichen kann.
4. Thermoplastische Zusammensetzung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß sie außerdem wenigstens ein Olefinelastomer umfaßt, das das Polynorbornen teilweise ersetzt, so daß die Summe aus Ethylen/ α -Olefin-Copolymer, Polynorbornen und Olefinelastomer 100 Gew.-Teile beträgt.
5. Zusammensetzung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Olefinelastomer ein Terpolymer von Ethylen, wenigstens einem α -Olefin mit 3 bis 6 Kohlenstoffatomen und wenigstens einem Dien ist.
6. Thermoplastische Zusammensetzung nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Olefinelastomer ein Ethylen-Propylen-Dien-Terpolymer ist, das 15 bis 60 Mol-% an von Propylen abgeleiteten Einheiten und 0,1 bis 20 Mol-% an Einheiten aufweist, die von einem Dien abgeleitet sind.
7. Thermoplastische Zusammensetzung nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Dien ausgewählt ist unter linearen oder cyclischen, konjugierten oder nichtkonjugierten Dienen.
8. Thermoplastische Zusammensetzung nach einem der Ansprüche 4 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Olefinelastomer in einer Menge von bis zu einem Drittel des Gewichts an Polynorbornen vorhanden ist.
9. Thermoplastische Zusammensetzung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Gehalt an α -Olefin in dem Copolymer in den kristallinen und amorphen Fraktionen von einem 1/10 des mittleren Gehalts bis zum fünffachen des mittleren Gehalts variieren kann.
10. Thermoplastische Zusammensetzung nach Anspruch 3 oder 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Ethylen/ α -Olefin-Copolymer einen einzigen Schmelzpunkt bei einer Temperatur im Bereich von 110 bis 130°C aufweist.
11. Thermoplastische Zusammensetzung nach einem der Ansprüche 3, 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Ethylen/ α -Olefin-Copolymer ein einziges α -Olefin umfaßt und einen Polydispersitätsindex im Bereich von 3 bis 9 aufweist.
12. Thermoplastische Zusammensetzung nach einem der Ansprüche 3 oder 9 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, daß das zahlenmittlere Molekulargewicht des Ethylen/ α -Olefin-Copolymers im Bereich von 12000 bis 60000 liegt.
13. Thermoplastische Zusammensetzung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Polynorbornen soweit vernetzt ist, daß nicht mehr als 10% des Polynorbornens mit einem Lösungsmittel extrahiert werden können.
14. Thermoplastische Zusammensetzung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, daß es außerdem wenigstens ein Additiv umfaßt, das ausgewählt ist unter Weiß- oder Farbpigmenten, Kupplungsmitteln, Mitteln zur Verhinderung des Abbaus, Stabilisatoren, Verarbeitungshilfsmitteln, pulverförmigen Füllstoffen und Gleitmitteln.
15. Thermoplastische Zusammensetzung nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Additiv ein pulverförmiger Füllstoff in einer Menge von bis zu 150 Teilen pro 100 Gew.-Teile des Polynorbornens ist.

16. Thermoplastische Zusammensetzung nach einem der Ansprüche 2 bis 15, **dadurch gekennzeichnet**, daß sie folgende Eigenschaften besitzt:
 - eine Shore-Härte A, die 65 nicht übersteigt,
 - eine Bruchdehnung, die nicht unterhalb von 250% liegt,
 - einen Modul bei 100% Dehnung, der nicht größer ist als 6 MPa und
 - eine bleibende Verformung unter Kompression während 22 h bei 70°C gemäß ASTM-D 395, die 45% nicht übersteigt.
17. Thermoplastische Zusammensetzung nach einem der Ansprüche 2 bis 16, **dadurch gekennzeichnet**, daß sie außerdem eine wirksame Menge eines chlórsulfonierten Polyethylenkautschuks umfaßt.
18. Thermoplastische Zusammensetzung nach Anspruch 19, **dadurch gekennzeichnet**, daß der chlórsulfonierte Polyethylenkautschuk 10 bis 15 Gew.-% Chlor und 0,5 bis 3 Gew.-% Schwefel enthält.
19. Thermoplastische Zusammensetzung nach Anspruch 19 oder 20, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Menge an chlórsulfoniertem Polyethylenkautschuk im Bereich von 2 bis 40 Gew.-%, bezogen auf die Menge an Polynorbornen, liegt.
20. Thermoplastische Zusammensetzung nach einem der Ansprüche 2 bis 19, **dadurch gekennzeichnet**, daß bis zu 60 Gew.-% des Ethylen/ α -Olefin-Copolymers ersetzt sind durch ein Polymer mit einer Fließzahl (bestimmt gemäß ASTM-D 1238 bei 230°C unter 2,16 kg) im Bereich von 0,3 bis 10 dg/min, das mindestens 80 Mol.-% an von Propylen abgeleiteten Einheiten und höchstens 20 Mol.-% an Einheiten aufweist, die von einem Comonomer abgeleitet sind, das ausgewählt ist unter Ethylen und α -Olefinen mit 4 bis 12 Kohlenstoffatomen.
21. Verfahren zur Herstellung einer thermoplastischen Zusammensetzung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß man eine Mischung aus Polynorbornen, Weichmachern, Ethylen/ α -Olefin-Copolymer und einem Vernetzungssystem bei einer Temperatur und während einer Zeitdauer knetet, die ausreicht, das Polynorbornen zu vernetzen.
22. Verfahren nach Anspruch 21, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Kneten bei einer Temperatur im Bereich von 110 bis 120°C während 3 bis 15 min erfolgt.
23. Verfahren zur Herstellung der Zusammensetzung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß man das Polynorbornen, das kristalline Polyolefin und den Weichmacher vermischt.
24. Elastomerformkörper, erhältlich durch Extrudieren, Spritzguß- oder Formpressen einer Zusammensetzung nach einem der Ansprüche 2 bis 20.
25. Verfahren zur Herstellung des Elastomerformkörpers nach Anspruch 24, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine Zusammensetzung nach einem der Ansprüche 2 bis 7 durch Extrudieren, Spritzguß- oder Formpressen geformt wird.
26. Verfahren nach Anspruch 25, **dadurch gekennzeichnet**, daß man die Zusammensetzung durch Extrusion aus einem Extruder mit einem Verhältnis von Länge/Durchmesser der Schnecke im Bereich von 18 bis 28 bei einer Temperatur der Zusammensetzung im Extruder im Bereich von 150 bis 220°C umformt.
27. Verfahren nach Anspruch 26, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Extrusionsgeschwindigkeit im Bereich von 15 bis 50 m/min liegt.

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft thermoplastische Elastomerzusammensetzungen, die eine Mischung aus einem Ethylen/ α -Olefin Copolymer und Polynorbornen enthalten.

Charakteristik des bekannten Standes der Technik

Polymere mit relativ hohem Molekulargewicht sind im allgemeinen nicht miteinander kompatibel. Wenn man zwei unterschiedliche Polymere vermischt, besitzt die Mischung im allgemeinen mangelhafte mechanische Eigenschaften, wie Bruchfestigkeit und Bruchdehnung. Zwei Polymere sind selten so verträglich, daß sie in Mischung gleich gute Eigenschaften besitzen wie die Einzelpolymere. Wenn zwei Polymere verträglich sind, so kann die Mischung dennoch eine Kombination interessanter Eigenschaften aufweisen, d. h., sie kann neben guten mechanischen Eigenschaften auch andere vorteilhafte Charakteristika besitzen.

Die US-A-4203884 beschreibt Zusammensetzungen mit interessanten Eigenschaften, die eine Mischung aus einem kristallinen, thermoplastischen Polyolefin, Polynorbornen und einer Menge an einem Weichmacher für das Polynorbornen umfassen, die ausreicht, um dessen Glasübergangstemperatur in den Bereich derjenigen von Kautschuk zu senken. Diese Publikation offenbart

insbesondere Zusammensetzungen, die eine Mischung aus 75–10 Gew.-Teilen Polyolefin, 25–90 Gew.-Teilen Polynorbornen und, pro 100 Gew.-Teile Polynorbornen, 30–400 Gew.-Teile Weichmacher umfassen. Diese Zusammensetzungen sind elastoplastisch, d. h. sie besitzen elastomere Eigenschaften und können trotzdem wie Thermoplasten umgeformt werden. In geschmolzenem Zustand befindet sich ein Teil des Weichmachers dabei in der Phase des thermoplastischen Polyolefins. Beim Abkühlen wandert der Weichmacher von der Phase des kristallinen Polyolefins in wesentlicher Menge zur Polynorbornenphase und bildet einen Teil derselben. Auf diese Weise verbessert der Weichmacher die thermoplastischen Eigenschaften oder die Verarbeitbarkeit der Zusammensetzung. Allgemein gilt, daß die Zusammensetzung für ein bestimmtes Maß an Thermoplastizität um so weniger Polyolefin erfordert, als Weichmacher vorhanden ist.

Die US-A-4 203 884 offenbart ebenfalls Zusammensetzungen, die eine Mischung aus 10–90 Gew.-Teilen an kristallinem Polyolefin und 90–10 Gew.-Teilen an vernetztem und in Form kleiner Teilchen dispergiertem Polynorbornen sowie einen Weichmacher in einer Menge umfaßt, die ausreicht, die Glasübergangstemperatur des Polynorbornens bis in den Bereich derjenigen des Kautschuks zu erniedrigen. Die Vernetzung des Polynorbornens verbessert die Eigenschaften der Zusammensetzung, insbesondere die Bruchfestigkeit, die Lösungsmittelbeständigkeit und die Hochtemperatureigenschaften. Diese Zusammensetzungen erhält man durch ein dynamisches Vulkanisationsverfahren, bei dem eine Mischung aus Polynorbornen, Weichmacher, Polyolefin und Vernetzungsmittel bei einer Temperatur geknetet wird, die ausreicht, das Polynorbornen zu vernetzen.

Zu den gemäß US-A-4 203 884 brauchbaren kristallinen, thermoplastischen Polyolefinen zählen Polyethylen und Polypropylen, wobei letzteres bevorzugt ist, wie ein Vergleich der in den Tabellen 1 und 2 dieser Publikation zusammengestellten Ergebnisse zeigt. Diese Publikation beschreibt, daß Zusammensetzungen mit 30–60 Gew.-Teilen vernetztes Polynorbornen und 70–40 Gew.-Teilen eines Polyethylens mit einer Dichte von 0,960 g/cm³ folgende Eigenschaften besitzen:

- einen Modul bei 100% Dehnung von wenigstens gleich 6,8 MPa, d. h., er ist zu hoch, und
- eine Bruchdehnung, die 220% nicht übersteigt, d. h., sie ist für die meisten Anwendungsmöglichkeiten thermoplastischer Elastomere zu niedrig.

Untersuchungen der Anmelderin haben gezeigt, daß die gleichen Zusammensetzungen für die meisten Anwendungsmöglichkeiten thermoplastischer Elastomere eine zu hohe bleibende Verformung unter Kompression und eine zu hohe Shore-Härte A besitzen.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist es, eine Zusammensetzung auf Basis eines Polyolefins, Polynorbornen und eines Weichmachers zur Verfügung zu stellen, die für die meisten Anwendungsmöglichkeiten thermoplastischer Elastomere geeignet ist und die insbesondere folgende Eigenschaften besitzt:

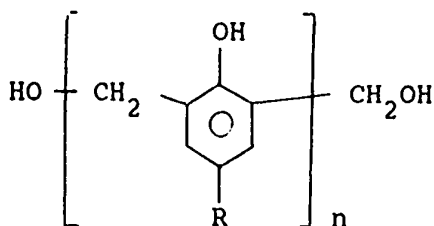
- eine Shore-Härte A, die etwa 65 nicht übersteigt,
- eine Bruchdehnung, die nicht unterhalb von etwa 250 liegt,
- einen Modul bei 100% Dehnung, der nicht größer ist als etwa 6 MPa und vorzugsweise nicht größer als etwa 3 MPa und
- eine bleibende Verformung unter Kompression während 22 h bei 70°C gemäß ASTM-D 395, die 45% nicht übersteigt.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Erfindungsgemäß wurde nun gefunden, daß dieses Ziel unter Verwendung eines Ethylen/ α -Olefin-Copolymers mit charakteristischen Eigenschaften in einem engen Bereich erreicht wird.

Formuliertes und vulkanisiertes Polynorbornen ist ein Kautschukmaterial, das aufgrund seiner hohen Ungesättigtheit ziemlich empfindlich gegenüber thermischen Einflüssen ist. Wenn ein Vulkanisationssystem auf Schwefelbasis zur Anwendung kommt, entstehen Schwefel-Schwefel-Brücken, die das vulkanisierte Polynorbornen noch temperaturempfindlicher machen. Es ist bekannt, daß auf Polynorbornenbasis formulierte Kautschukmaterialien nach einer längeren Alterung bei Temperaturen oberhalb von 80°C im allgemeinen ihre wesentlichen mechanischen Eigenschaften (insbesondere Bruchfestigkeit und Bruchdehnung) verlieren.

Es wurden bereits mehrere Vorschläge zur Verbesserung des thermischen Alterungsverhaltens von Kautschukmaterialien gemacht, welche auf Polynorbornenbasis formuliert sind. Dabei ist insbesondere die Zugabe von wenigstens einem Antioxydans vom Phenoltyp oder des Mercaptobenzimidazol-Zinksalzes zu erwähnen. Außerdem hat man in diesem Zusammenhang auf reaktive Verbindungen zurückgegriffen, die zur Bildung von Kohlenstoff-Sauerstoff- oder Kohlenstoff-Kohlenstoff-Bindungen in der Lage sind, wie Phenolharze, im allgemeinen assoziiert mit Beschleunigern, wie Lewis-Säuren oder bestimmten Metalloxiden (insbesondere Zink- oder Magnesiumoxide). Als ein derartiges reaktives System ist beispielsweise die Kombination von Zinndichlorid und einem Phenolharz der Formel



worin n für 4 oder 5 steht und R einen Alkylrest bedeutet, zu nennen. Die genannten Lösungsvorschläge zur Verbesserung des thermischen Alterungsverhaltens von Kautschukmaterialien, die auf Polynorbornenbasis formuliert sind, können auch

zusammen angewandt werden, um ihre Effekte zu kombinieren. Dennoch beobachtet man in diesem Fall, daß die Kautschukmaterialien nach siebentägiger Alterung bei 100°C mehr als 80% ihrer Bruchfestigkeit und nach 14tägiger Alterung bei 100°C beinahe alle ihre mechanischen Eigenschaften (Bruchfestigkeit und Bruchdehnung) verlieren. Die Anwendungsmöglichkeiten von Kautschukmaterialien, die auf Polynorbornenbasis formuliert sind, sind daher beschränkt. Der Erfindung liegt weiter die Aufgabe zugrunde, Kautschukmaterialien, die auf Polynorbornenbasis formuliert sind, zur Verfügung zu stellen, deren thermisches Alterungsverhalten verbessert ist und die insbesondere ihre wesentlichen mechanischen Eigenschaften (insbesondere Bruchfestigkeit und Bruchdehnung) nach einer Alterung über einen längeren Zeitraum bei Temperaturen oberhalb 80°C beibehalten.

Die Erfindung betrifft eine Zusammensetzung, die eine Mischung aus etwa 20 bis 70 Gew.-Teilen Polynorbornen, etwa 80 bis 30 Gew.-Teilen eines kristallinen Polyolefins und einen Weichmacher für Polynorbornen in einer Menge enthält, die ausreicht, dessen Glasübergangstemperatur bis in den Bereich derjenigen des Kautschuks abzusenken, wobei diese Zusammensetzung dadurch gekennzeichnet ist, daß das kristalline Polyolefin ein Copolymer von Ethylen und wenigstens einem α -Olefin mit 3 bis 10 Kohlenstoffatomen ist, wobei das Copolymer eine Dichte im Bereich von etwa 0,89 bis 0,93, eine Kristallinität im Bereich von etwa 15 bis 50% und eine Fließzahl im Bereich von etwa 0,5 bis 15 dg/min besitzt.

Derartige Copolymere sind dem Fachmann bekannt und können nach verschiedenen Verfahren hergestellt werden, beispielsweise bei niedrigem Druck und mäßiger Temperatur oder bei hohem Druck und erhöhter Temperatur. Entsprechend dem angegebenen Dichtebereich liegt ihr molarer Anteil an α -Olefin im allgemeinen im Bereich von etwa 1 bis 10%, je nach Art des α -Olefins. Zu den α -Olefinen, die Bestandteil dieser Copolymere sind, zählen insbesondere Propylen, 1-Buten, 1-Hexen, 4-Methyl-1-penten und 1-Octen. Erfindungsgemäß brauchbare Ethylen/ α -Olefin-Copolymere sind vorzugsweise Ethylen/Propylen/1-Buten-Terpolymere sowie Copolymere von Ethylen und höheren α -Olefinen (d. h. mit wenigstens 4 Kohlenstoffatomen) entsprechend der EP-A-070 220. Letztere sind Copolymere mit einer besonders ausgeprägten makromolekularen Heterogenität, d. h. der Gehalt an α -Olefin kann in den kristallinen oder amorphen Fraktionen erheblich vom mittleren Gehalt an α -Olefin im Copolymer abweichen. In bestimmten Copolymeren dieses Typs kann die Heterogenität so sein, daß der Gehalt an α -Olefin in einer kristallinen Fraktion $1/10$ des mittleren Gehalts und der Gehalt an α -Olefin in einer amorphen Fraktion bis zum fünffachen des mittleren Gehalts beträgt. Bei diesen heterogenen Copolymeren handelt es sich vorteilhafterweise um diejenigen, deren kristalline Fraktion einen einzigen Schmelzpunkt bei einer Temperatur im Bereich von etwa 110°C bis 130°C aufweisen. Als weitere bevorzugte Eigenschaften kann man nennen:

- einen Ungesättigtheitsgrad von etwa 0,25 bis 0,50 Doppelbindungen pro 1000 Kohlenstoffatome,
- einen Polydispersionsindex im Bereich von etwa 3 bis 9, wenn das Copolymer ein einziges α -Olefin umfaßt, und im Bereich von etwa 6 bis 12, wenn das Copolymer wenigstens zwei α -Olefine umfaßt,
- ein zahlenmittleres Molekulargewicht M_n im Bereich von etwa 12000 bis 60000.

Unter Polynorbornen im Sinne der vorliegenden Erfindung versteht man ein amorphes Polymer oder Copolymer des Bicyclo 2,2,1 heptens und der substituierten Derivate davon, wie in der US-A-3676390 beschrieben. Zu den Weichmachern für das Polynorbornen, die in der Lage sind, dessen Glasübergangstemperatur in den Bereich derjenigen von Kautschuk zu senken, zählen insbesondere von Petroleum abgeleitete aromatische Schweröle, Naphtenöle oder Paraffinöle mit einem Stockpunkt unterhalb von 0°C und einem Flammpunkt oberhalb von 180°C, Phthalsäurediester, wie Dioctyl oder Didodecylphthalat. Diese Weichmacher können alleine oder in Mischung zur Anwendung kommen.

Zur Lösung der oben genannten Aufgabe können die erfindungsgemäßen Zusammensetzungen außerdem eine wirksame Menge eines chlorsulfonierten Polyethylenkautschuks enthalten, welcher im wesentlichen ein thermisches Stabilisierungsmittel darstellt. Ein erfindungsgemäß brauchbarer chlorsulfonierter Polyethylenkautschuk kann etwa 10 bis 50 Gew.-% Chlor und etwa 0,5 bis 3 Gew.-% Schwefel enthalten. Nach Untersuchung der Anmelderin scheint es so zu sein, daß der Schutz vor einem thermischen Altern, der durch die Anwesenheit des chlorsulfonierten Polyethylenkautschuks bewirkt wird, um so größer ist, je höher der Chlorgehalt in dem Kautschuk ist. Ein repräsentatives Beispiel für erfindungsgemäß brauchbare chlorsulfonierte Polyethylenkautschukmaterialien ist das unter der Handelsbezeichnung HYPALON von E. I. Du Pont de Nemours vertriebene Produkt. Die in den erfindungsgemäßen Zusammensetzungen anzuwendende wirksame Menge an chlorsulfoniertem Polyethylenkautschuk richtet sich nach der Menge an Polynorbornen in den Zusammensetzungen, weil dieses der für den thermischen Abbau zur Hauptsache verantwortliche Bestandteil ist. Als wirksame Menge im Sinne der vorliegenden Erfindung versteht man im allgemeinen eine Menge im Bereich von etwa 2 bis 40 Gew.-%, bezogen auf Polynorbornen.

Um die Eigenschaften der erfindungsgemäßen Zusammensetzungen zu verbessern, ist es vorteilhaft, eine Vernetzung des Polynorbornens vorzunehmen, beispielsweise durch ein dynamisches Vulkanisationsverfahren.

Die Erfindung betrifft weiterhin eine thermoplastische Zusammensetzung, die eine Mischung aus etwa 20 bis 70 Gew.-Teilen vernetztes Polynorbornen, etwa 80 bis 30 Gew.-Teilen eines kristallinen Polyolefins und einen Weichmacher für das Polynorbornen in einer Menge umfaßt, die ausreicht, um dessen Glasübergangstemperatur bis in den Bereich des Kautschuks abzusenken, wobei diese Zusammensetzung dadurch gekennzeichnet ist, daß das kristalline Polyolefin ein Copolymer von Ethylen und wenigstens einem α -Olefin mit 3 bis 10 Kohlenstoffatomen ist, wobei das Copolymer eine Dichte im Bereich von etwa 0,89 bis 0,93, eine Kristallinität im Bereich von etwa 15 bis 50 Gew.-% und eine Fließzahl im Bereich von etwa 0,5 bis 15 dg/min aufweist. Das in den erfindungsgemäßen thermoplastischen Zusammensetzungen enthaltene Ethylen/ α -Olefin-Copolymer wurde bereits oben im Zusammenhang mit den Zusammensetzungen detailliert beschrieben, die ein nicht-vernetztes Polynorbornen enthalten. In den erfindungsgemäßen thermoplastischen Zusammensetzungen liegt das mit einem Weichmacher versehene, vernetzte Polynorbornen vorteilhafterweise in Form von kleinen dispergierten Teilchen vor, so daß die Zusammensetzung wie ein thermoplastisches Material umgeformt und verarbeitet werden kann.

Im allgemeinen können die für die Vulkanisation von Dienkautschuk geeigneten Vernetzungssysteme auch für die Vernetzung des Polynorbornens in den erfindungsgemäßen thermoplastischen Zusammensetzungen verwendet werden. Zu brauchbaren Vernetzungsmitteln für Kautschuk kann man Vulkanisationsmittel auf Basis von Schwefel, Peroxiden, Phenolharzen, Azo-, Maleimid-, Urethanverbindungen und Verbindungen mit Chinoidstruktur nennen, wie beispielsweise Schwefel oder schwefelbildende Verbindungen, wie Tetramethylthiuramdisulfid, Thiuramdisulfid, Benzothiazylbisulfid und Dipentamethylthiuramhexasulfid, oder m-Phenyl-bis-maleimid, Benzochinondioxim, Bleiperoxid, Diorthotolylguanidin,

4,4'-Dithiodimorpholin, etc. Diese Vulkanisationsmittel können vorteilhafterweise zusammen mit wenigstens einem Vulkanisationsaktivator oder -beschleuniger, wie Zinkoxid, Magnesiumoxid, Benzothiazolsulfamid, Zinnchlorid, Zinkdibutylthiocarbamat, Zinkphenylethylthiocarbamat, Tellurethylthiocarbamat etc., zur Anwendung kommen. Wenn freier Schwefel oder eine schwefelbildende Verbindung als Vulkanisationsmittel zur Anwendung kommt, ist es bevorzugt, den Vulkanisationsaktivator oder -beschleuniger in einer wesentlichen Menge zur Anwendung zu bringen, d.h. beispielsweise den Aktivator oder Beschleuniger in der etwa 1- bis 3fachen Gewichtsmenge des Vulkanisationsmittels.

Die Bestandteile des Vernetzungssystems und insbesondere das Vulkanisationsmittel verwendet man in üblichen, dem Fachmann bekannten Mengen, die zu einer beinahe vollständigen Vernetzung des Polynorbornens führen, ohne dessen Elastizität so weit zu reduzieren, daß es nicht mehr kautschukartig ist. In den erfindungsgemäßen thermoplastischen Zusammensetzungen ist das Polynorbornen vorzugsweise derart vernetzt, daß nicht mehr als etwa 10%, vorzugsweise nicht mehr als etwa 5% des Polynorbornens mit einem Lösungsmittel, wie siedendes Xylol, extrahiert werden, in dem das nicht-vernetzte Polynorbornen vollständig löslich ist, ebenso wie das Ethylen/ α -Olefin-Copolymer. Dieser Extraktionstest ermöglicht es, zu untersuchen, ob das Ethylen/ α -Olefin-Copolymer in wesentlichem Maße vernetzt ist, was eine Beeinträchtigung der Thermoplastizität der Zusammensetzung zur Folge hätte.

Für bestimmte Anwendungsmöglichkeiten müssen die Bruchfestigkeit und/oder die Ölbeständigkeit der erfindungsgemäßen Zusammensetzungen verbessert werden, ohne ihre oben beschriebenen vorteilhaften Eigenschaften zu beeinträchtigen. Zu diesem Zweck wird das Ethylen/ α -Olefin-Copolymer durch ein kristallines, im wesentlichen auf Propylen basierendes Polymer ersetzt. Bei dieser Ausführungsform ersetzt man bis zu 60 Gew.-% und vorzugsweise bis zu 40 Gew.-% des Ethylen/ α -Olefin-Copolymers durch ein Polymer, dessen Fließzahl (bestimmt gemäß ASTM D 1238 bei 230°C unter Anwendung von 2,16 kg) im Bereich von 0,3–10 dg/min liegt, wobei das Polymer wenigstens 80 Mol-% an Einheiten, die von Propylen abgeleitet sind, und höchstens 20 Mol-% an Einheiten enthält, die von einem Comonomer abgeleitet sind, das ausgewählt ist unter Ethylen und α -Olefinen mit 4–12 Kohlenstoffatomen. Dieses Polymer ist kristalliner Natur und, wenn es ausschließlich aus Propyleneinheiten besteht, vorzugsweise isotaktisch.

Die erfindungsgemäßen thermoplastischen Zusammensetzungen können außerdem eine wirksame Menge eines chlorsulfonierten Polyethylenkautschuks, wie oben im Zusammenhang mit den Zusammensetzungen beschrieben, die nichtvernetztes Polynorbornen enthalten, sein.

Die Eigenschaften der erfindungsgemäßen Zusammensetzungen können je nach den Anforderungen des Anwendungsgebietes vorteilhaft modifiziert werden durch Zugabe üblicher Bestandteile, wie:

- Weißpigmente (Titanoxid) oder Farbpigmente,
- Kupppler, wie Silane oder Titanate,
- Mittel gegen einen Abbau, beispielsweise das Mercaptobenzimidazol-Zinksalz,
- Stabilisatoren, beispielsweise polymerisiertes 2,2,4-Trimethyl-1,2-dihydrochinolin,
- Verarbeitungshilfsstoffe, wie langkettige aliphatische Amine, Stearinsäuresalze etc.,
- pulverförmige Füllstoffe, wie Ruß, Siliziumdioxid, Kaolin, Aluminiumoxid, Ton, Aluminiumsilikate, Talkum, Carbonate und
- Gleitmittel, wie Stearinsäure.

Die Zugabe der pulverförmigen Füllstoffe hat insbesondere eine Verbesserung der Bruchfestigkeit und in bestimmten Fällen eine Verbesserung der Bruchdehnung der erfindungsgemäßen thermoplastischen Zusammensetzungen zur Folge. Die Menge an Füllstoff, die den erfindungsgemäßen Zusammensetzungen einverleibt werden kann, kann bis zu etwa 150 Gew.-Teilen pro 100 Gew.-Teile Polynorbornen betragen, wobei diese Menge je nach der Art des Füllstoffs variiert werden kann.

Für Anwendungsmöglichkeiten, bei denen eine hohe Beständigkeit gegenüber Ozon und/oder thermischer Alterung gewünscht ist, können die erfindungsgemäßen Zusammensetzungen ein Olefinelastomer umfassen, das einen Teil des Polynorbornens ersetzt derart, daß die Summe aus Ethylen/ α -Olefin-Copolymer, Polynorbornen und Olefinelastomer 100 Gew.-Teile beträgt. Erfindungsgemäß brauchbare Olefinelastomere sind insbesondere Ethylen-terpolymere mit wenigstens einem α -Olefin mit 3–6 Kohlenstoffatomen und wenigstens einem Dien. Insbesondere bevorzugt sind Ethylen-Propylen-Dien-Terpolymere, wobei das Dien ausgewählt ist unter linearen oder cyclischen, konjugierten oder nichtkonjugierten Dienen, beispielsweise Butadien, Isopren, 1,3-Pentadien, 1,4-Pentadien, 1,4-Hexadien, 1,5-Hexadien, 1,9-Decadien, 5-Methylen-2-norbornen, 5-Vinyl-2-norbornen, 2-Alkyl-2,5-norbornadienen, 5-Ethyliden-2-norbornen, 5-(2-Propenyl)-2-norbornen, 5-(5-Hexenyl)-2-norbornen, 1,5-Cyclooctadien, Bicyclo[2,2,2]-octa-2,5-dien, Cyclopentadien, 4,7,8,9-Tetrahydroinden und Isopropylidetetrahydroinden. Die erfindungsgemäß brauchbaren elastomeren Terpolymere umfassen im allgemeinen etwa 15–60 Mol-% an Einheiten, die vom Propylen abgeleitet sind, und etwa 0,1–20 Mol-% an Einheiten, die von einem Dien abgeleitet sind.

Der Anteil des in den erfindungsgemäßen Zusammensetzungen anwendbaren Olefinelastomers ist im allgemeinen so, daß es bis zu einem Drittel des Gewichtes an Polynorbornen ersetzt. Eine Zusammensetzung mit 30 Gew.-Teilen Ethylen/ α -Olefin-Copolymer kann demnach bis zu etwa 23 Gew.-Teile Olefinelastomer und folglich mindestens etwa 47 Gew.-Teile Polynorbornen umfassen.

Die erfindungsgemäßen thermoplastischen Zusammensetzungen, bei denen das Polynorbornen vernetzt vorliegt, werden vorzugsweise hergestellt durch dynamische Vulkanisation, d.h. durch Behandeln (Kneten) einer Mischung aus Polynorbornen, Weichmacher Ethylen/ α -Olefin-Copolymer und dem Vernetzungssystem (wie oben angegeben) bei einer Temperatur und während eines Zeitraums, die ausreichen, das Polynorbornen zu vernetzen. Das Kneten kann in einer üblichen Vorrichtung erfolgen, beispielsweise in einem Banbury-, Brabender-, Rheocord-Knetter oder einem Extruder bei einer Temperatur im Bereich von etwa 110–220°C während eines Zeitraums von etwa 3–15 min, wobei dieser Zeitraum um so kürzer ist, je höher die Temperatur ist. Vor dem Kneten kann die Mischung in einem Innenmischer bei einer Temperatur im Bereich von etwa 60–120°C homogenisiert werden.

Die erfindungsgemäßen Zusammensetzungen können zur Herstellung von Fertigprodukten und industriellen Produkten mittels Extrudieren, Spritzguß und Formpressen verwendet werden.

Die Zusammensetzungen können insbesondere in Extrudern verarbeitet werden, die vom gleichen Typ sind, wie die üblicherweise für die Verarbeitung von Polyolefinen verwendeten, d.h. mit einem Verhältnis von Länge/Durchmesser der Schnecke von etwa 18–28 und einer Kompression von vorzugsweise etwa 3,0. Das Temperaturprofil entlang der Schnecke ist im allgemeinen

ziemlich flach, wobei die Temperaturdifferenz zwischen Eingang und Spritzmundstück etwa 10–20°C beträgt. Die Temperatur der Zusammensetzungen im Extruder (Temperatur der Masse) kann etwa 150–220°C, vorzugsweise 160–180°C, betragen. Die Extruder sind mit profilierten Spritzmundstücken ausgerüstet (beispielsweise von Metallwerkstätten profiliert). Die Extrusionsgeschwindigkeit beträgt etwa 15–50 m/min und das Extrudat unterliegt praktisch keinem Recken am Ausgang; es wird in einem Wasserbad abgekühlt und zu einer Ziehbank geführt, deren Geschwindigkeit im allgemeinen etwa 100–110% der Extrusionsgeschwindigkeit beträgt.

Die erfindungsgemäßen Zusammensetzungen können auch mit Hilfe von Injektionspressen vom gleichen Typ, wie die üblicherweise für Polyethylen hoher und niedriger Dichte und für Polypropylen verwendeten, abgespritzt werden. Die Temperatur der Masse in der Presse, die vom Anteil des Weichmachers in der Zusammensetzung abhängt, beträgt im allgemeinen etwa 120–200°C. Je höher der Anteil an Weichmacher ist, umso niedriger ist diese Temperatur. Es ist im allgemeinen zweckmäßig, einen Injektionsdruck zu verwenden, der höher ist als der Arbeitsdruck, um die Fließfähigkeit der Masse während des Gießens zu erhöhen. Beispielsweise kann man einen Injektionsdruck von 700 bar anwenden, wenn der Arbeitsdruck 150 bar ist. Die Geschwindigkeit der Plastifizierschnecke liegt üblicherweise bei etwa 100–200 Umdrehung/min. Je nach dem gewählten Injektionstakt kann die Temperatur der Form zwischen etwa –10°C und +40°C betragen. Die erfindungsgemäßen Zusammensetzungen finden insbesondere Anwendung zur Herstellung von Schläuchen, Dichtungsmaterialien für die Bau- und Automobilindustrie, Staubschutzmanschetten für die Automobilindustrie, Spritzgußartikeln, wie Vollräder für die Spielzeugindustrie etc.

Ausführungsbeispiele

Die Beispiele erläutern die Erfindung, ohne sie zu beschränken.

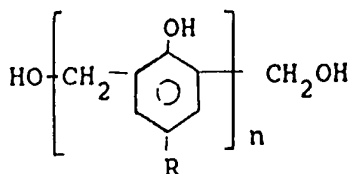
Beispiel 1 (Vergleichsbeispiel)

In einer ersten Stufe formuliert man Polynorbornen mit einem Weichmacher, einem Füllstoff, einem Mittel zur Verhinderung des Abbaus, einem Vulkanisationsmittel, einem Pigment und einem Gleitmittel in einem Innenmischer bei 100 Upm, der auf 80°C einreguliert ist, während 6 min. Anschließend wird aus der so erhaltenen Formulierung eine Folie geformt, indem man sie über eine auf 60°C einregulierte Mischwalze führt, wobei ein Vulkanisationsbeschleuniger zugegeben wird. In einer zweiten Stufe wird ein kristallines Polyolefin zu der Kautschukmasse gegeben und in einem Brabender-Knetter bei 90 Upm 8 min bei einer Temperatur von 180°C behandelt. Die erhaltene Zusammensetzung wird gewonnen und unter Druck zu Platten von 2,5 mm geformt. Von diesen Platten werden die folgenden Eigenschaften bestimmt:

- Shore-Härte A, bestimmt gemäß ASTM-D 2240,
- Bruchdehnung, ausgedrückt in % und bestimmt gemäß ASTM-D 412,
- Modul bei 100% Dehnung, ausgedrückt in MPa und bestimmt gemäß ASTM-D 412,
- Dehnung, ausgedrückt in % und bestimmt gemäß ASTM-D 412 (nach Dehnung um 100%).

Schließlich wird die bleibende Vorformung unter Druck (DRC) während 22 h bei 70°C an 12,5 mm Proben, die um 25% verformt sind, gemessen. Sie wird bestimmt gemäß ASTM-D 395 und ist ausgedrückt in %. In diesem Vergleichsbeispiel ist:

- das kristalline Polyolefin ein Polyethylen gemäß US-A-4 203 884 mit einer Dichte von 0,962 und einer Fließzahl von 5,3 dg/min, vertrieben von der Firma SOLVAY unter der Handelsbezeichnung „ELTEX A 1050 F“,
- das Polynorbornen ein handelsübliches Produkt der Anmelderin mit der Bezeichnung „NORSOREX“,
- der Weichmacher ein Paraffinöl mit einem Flammpunkt von 225°C und einem Stockpunkt von –10°C, vertrieben von EXXON unter der Bezeichnung „FLEXON 876“,
- der pulverförmige Füllstoff kalziniertes Kaolin,
- das Mittel zur Verhinderung des Abbaus Mercaptobenzimidazol-Zinksalz, vertrieben von der Fa. SAFIC-ALCAN unter der Bezeichnung „ZMBI“,
- das Vulkanisationsmittel ein Phenolharz der Formel:



- worin n = 4 oder 5 und R einen Alkylrest bedeutet, vertrieben von der Fa. SCHENECTADY unter der Bezeichnung „SP 1045“,
- das thermische Stabilisierungsmittel ein chloresulfoniertes Polyethylenelastomer, vertrieben von der Fa. DU PONT DE NEMOURS unter der Bezeichnung „HYPALON 20“,
- der Vulkanisationsbeschleuniger eine Mischung aus gleichen Gewichtsteilen Zinnchlorid $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ und Zinkoxid,
- das Pigment Titanoxid und
- das Gleitmittel Stearinsäure.

Die Gewichtsmengen der Bestandteile der Zusammensetzung sowie die Meßergebnisse sind in der nachfolgenden Tabelle angegeben.

Beispiele 2 bis 5

Unter Anwendung der gleichen Bedingungen und der gleichen Bestandteile wie in Beispiel 1, ausgenommen das kristalline Polyolefin, stellt man verschiedene Zusammensetzungen her, deren Eigenschaften in der nachfolgenden Tabelle I angegeben sind.

Das gemäß den Beispielen 2 und 4 verwendete kristalline Polyolefin ist ein Ethylen/1-Buten-Copolymer mit einer Dichte von 0,910, bei einer Fließzahl von 1 dg/min, einem Kristallitschmelzpunkt von 116°C und einer Kristallinität von 30 %, das unter der Handelsbezeichnung NORFLEX FW 1600 vertrieben wird. Das gemäß den Beispielen 3 und 5 verwendete kristalline Polyolefin ist ein Ethylen/1-Buten-/Propylen-Terpolymer mit einer Dichte von 0,900, einer Fließzahl von 7,5 dg/min, einem Kristallitschmelzpunkt von 113°C und einer Kristallinität von 20 %, das unter der Handelsbezeichnung NORFLEX MW 1920 vertrieben wird.

Tabelle I

Beispiel	1	2	3	4	5
Polynorbornen	55,4	55,4	55,4	68,7	68,7
Weichmacher	83,2	83,2	83,2	103	103
Füllstoff	22,2	22,2	22,2	27,5	27,5
Mittel gegen Abbau	1,1	1,1	1,1	1,4	1,4
Vulkanisationsmittel	6,1	6,1	6,1	7,4	7,4
Vulkanisationsstabilisator	6,0	6,0	6,0	7,5	7,5
Pigment	5,5	5,5	5,5	6,9	6,9
Gleitmittel	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7
Vulkanisationsbeschleuniger	5,0	5,0	5,0	6,1	6,1
Polyolefin	44,6	44,6	44,6	31,3	31,3
Shorte-Härte	78	61	52	51	45
Bruchdehnung	190	430	350	360	330
Modul bei 100 %	7,8	1,8	0,7	1,2	0,5
Dehnung	26	11	6	9	8
DRC	49	45	40	37	32

Beispiel 6 (Vergleichsbeispiel)

Unter Wiederholung des im Beispiel 1 beschriebenen Verfahrens formuliert man folgende Zusammensetzung:

- man verwendet das gleiche Polyolefin und das gleiche Polynorbornen wie im Beispiel 1,
- der Weichmacher ist ein Naphthenöl, vertrieben von TEXACO unter der Handelsbezeichnung DEALEN 25,
- der Füllstoff ist Ruß, vertrieben unter der Handelsbezeichnung NOIR 990 MT (Klasse 9 gemäß ASTM-D 1765),
- das Mittel zur Verhinderung des Abbaus ist eine Mischung aus gleichen Gewichtsteilen des Mercaptobenzimidazol-Zinksalzes, vertrieben von SAFIC-ALCAN unter der Bezeichnung ZMBI, und des polymerisierten 2,2,4-Trimethyl-1,2-dihydrochinolin, vertrieben von MONSANTO unter der Bezeichnung FLECTOL H,
- das Gleitmittel ist Stearinsäure,
- das Vulkanisationsmittel ist eine Mischung aus gleichen Gew.-Teilen von Tetramethylthiuramdisulfid und 4,4'-Dithiodimorpholin,
- der Vulkanisationsbeschleuniger ist eine Mischung aus Zink-dibutyldithiocarbamat, Zink-phenylethylthiocarbamat, Tellurethyldithiocarbamat und Zinkoxid im Gew.-Verhältnis von 2/0, 5/1/3,
- das Stabilisierungsmittel ist das von BAYER unter der Handelsbezeichnung VULKALENT E vertriebene Produkt,
- das Elastomer ist ein Terpolymer, vertrieben von der Fa. Goodrich unter der Bezeichnung EP 5875, das 70 Gew.-% Ethylen, 22 Gew.-% Propylen und 8 Gew.-% Dien umfaßt und eine Mooney-Viskosität von 50 bei 125°C aufweist.

Die Gewichtsmengen der einzelnen Bestandteile der Zusammensetzung sowie die erhaltenen Ergebnisse sind in der nachfolgenden Tabelle II zusammengestellt.

Beispiele 7 bis 10

Man arbeitet unter den im Beispiel 6 angegebenen Bedingungen unter Verwendung der gleichen Bestandteile, ausgenommen das kristalline Polyolefin. Man stellt unterschiedliche Zusammensetzungen her, deren Eigenschaften in der Tabelle II zusammengestellt sind.

Das in den Beispielen 7 und 9 verwendete kristalline Polyolefin ist das gleiche wie das in den Beispielen 2 und 4 verwendete. Das im Beispiel 8 verwendete kristalline Polyolefin ist das gleiche wie das im Beispiel 3 verwendete. Das im Beispiel 10 verwendete Polyolefin ist ein Ethylen/1-Octen-Copolymer mit einer Dichte von 0,918, einer Fließzahl von 5,4 dg/min und einer Kristallinität von 35 %, vertrieben von DSM unter der Handelsbezeichnung STAMYLEX 1046.

Tabelle II

Beispiel	6	7	8	9	10
Polynorbornen	38	42	42	57	38
Weichmacher	85	93	93	128	85
Füllstoff	38	41	41	57	38
Mittel gegen Abbau	0,8	0,8	0,8	1,6	0,8
Vulkanisierungsmittel	1,2	1,2	1,2	1,7	1,2
Gleitmittel	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2
Vulkanisationsbeschleuniger	2,4	2,6	2,6	3,7	2,4
Stabilisierungsmittel	0,4	0,4	0,4	0,6	0,4
Polyolefin	52	48	48	29	52,5
Elastomer	9,5	10	10	14	9,5

Fortsetzung von Tabelle II

Beispiel	6	7	8	9	10
Shorte-Härte A	78	50	42	34	62
Bruchdehnung	320	420	400	370	440
Modul bei 100%	5,1	0,7	0,5	0,4	1,8
Dehnung	13	10	10	8	16
DRC	45	40	44	34	38

Beispiel 11

Unter den im Beispiel 7 angegebenen Bedingungen und unter Anwendung der gleichen Bestandteile, jedoch ohne Elastomer, stellt man eine Zusammensetzung her, deren Eigenschaften in der nachfolgenden Tabelle III zusammengestellt sind. Weiter bestimmt man noch die schon bei den Beispielen 6 bis 10 gemessenen folgenden Eigenschaften:

- Bruchfestigkeit, ausgedrückt in MPa und bestimmt gemäß ASTM-D 412,
- Quellvolumenrate nach 168h bei 100°C in Öl gemäß ASTM 3, ausgedrückt in % und bestimmt gemäß ASTM-D 471

Beispiel 12

Unter Anwendung der im Beispiel 11 angegebenen Bedingungen und unter Verwendung der gleichen Bestandteile, jedoch mit einem zusätzlichen statistischen Copolymer, umfassend etwa 91 Gew.-% Propylen und etwa 9 Gew.-% Ethylen, mit einer Fließzahl von 2 dg/min (bestimmt gemäß ASTM-D 1238 bei 230°C und bei 2,16 kg) und das von SOLVAY unter der Handelsbezeichnung ELTEX PKL 104 vertrieben wird, stellt man eine Zusammensetzung her, deren Eigenschaften in der nachfolgenden Tabelle III zusammengestellt sind.

Tabelle III

Beispiel	11	12
Polynorbornen	51	47
Weichmacher	114	85
Füllstoff	51	47
Mittel gegen Abbau	0,5	0,5
Vulkanisationsmittel	1,5	1,4
Gleitmittel	0,5	0,5
Vulkanisationsbeschleuniger	3,3	3,0
Stabilisierungsmittel	0,5	0,5
Norsoflex FW 1600	49	41
Eltex PKL 104	0	12
Shore-Härte A	55	60
Bruchdehnung	370	320
Modul bei 100 %	2,0	2,6
Dehnung	11	12
DRC	32	35
Bruchfestigkeit	4,4	7,0
Quellvolumen	> 200*	120

* Prüfstab zerstört