



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 699 16 245 T2 2005.03.10**

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) EP 1 049 752 B1

(21) Deutsches Aktenzeichen: **699 16 245.9**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US99/01181**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **99 904 149.4**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 99/037731**

(86) PCT-Anmeldetag: **20.01.1999**

(87) Veröffentlichungstag

der PCT-Anmeldung: **29.07.1999**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **08.11.2000**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **07.04.2004**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **10.03.2005**

(51) Int Cl.⁷: **C09K 3/10**

C08F 255/02, C08F 255/04, C08F 279/02

(30) Unionspriorität:

72109 P 21.01.1998 US

(74) Vertreter:

derzeit kein Vertreter bestellt

(73) Patentinhaber:

**Dupont Dow Elastomers L.L.C., Wilmington, Del.,
US**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, FR, GB, IT

(72) Erfinder:

RUEPPING, Christian, CH-1213 Petit Lancy, CH

(54) Bezeichnung: **UV LICHTHÄRTBARES ELASTOMERES GEMISCH**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelebt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung**GEBIET DER ERFINDUNG**

[0001] Gegenstand dieser Erfindung sind elastomere Zusammensetzungen, die durch Exposition gegenüber Ultraviolettsstrahlung (UV-Strahlung) härtbar sind. Gegenstand dieser Erfindung ist weiter ein Verfahren zum schnellen Härteten elastomerer Abdichtungen, worin die Abdichtungen durch Aufbringen einer ungehärteten Polymer-Zusammensetzung direkt auf ein Abdichtungselement oder eine abzudichtende Oberfläche gebildet werden.

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

[0002] Elastomere Zusammensetzungen erfordern einen Vulkanisierungs-, d. h. Härtungsschritt, um die vernetzte Netzstruktur zu entwickeln, welche diesen Zusammensetzungen optimale gummiartige Eigenschaften verleiht. Die Härtungsverfahren basieren in der Regel auf den Formpress- oder auf Transferpressverfahren, worin ein Elastomer, das mit dem Härtungsmittel und anderen Additiven vollkommen kompoundiert ist, in eine Form eingeführt wird, die dann unter Druck erhitzt wird. Die während des Formvorgangs verwendeten erhöhten Temperaturen lösen eine chemische Reaktion des Elastomers und Härtungsmittels aus, wodurch ein vernetztes Produkt herbeigeführt wird. Der größte Teil der elastomeren Abdichtungen, die im kommerziellen Maßstab hergestellt werden, sind unter Verwendung dieser Verfahren gehärtet. Im Allgemeinen werden auf diese Weise hergestellte elastomere Abdichtungen und Dichtungen manuell auf einen abzudichtenden Gegenstand aufgebracht. Als Alternative werden manchmal Klebstoffe zum Befestigen der Abdichtungsglieder an einem Gegenstand verwendet. Derartige Befestigungsverfahren sind nicht in allen Fällen vollkommen zufriedenstellend, insbesondere, wenn Abdichtungsglieder an thermoplastischen Gegenständen befestigt werden müssen.

[0003] Elastomere Dichtungen werden zum Beispiel häufig als Abdichtungsglieder für gerillte Teile, wie zum Beispiel in Kraftfahrzeugmotoren verwendeten Kipphobelabdeckungen, verwendet. Derartige Dichtungen müssen den Einwirkungen von Wärme und Öl standhalten. Eine gehärtete, ölbeständige Elastomer-Zusammensetzung, wie zum Beispiel Ethylenalkylacrylat-Copolymer-Kautschuk wird üblicherweise manuell in die Rille eingebracht. Viele Kraftfahrzeugkomponenten werden nun eher aus hochleistungsfähigen Thermoplast-Materialien als aus Metall geformt. Das manuelle Aufbringen eines elastomeren Abdichtungsglieds auf ein gerilltes thermoplastisches Teil stellt einen zeitraubenden Vorgang dar. Weiters ist auch das Härteln der Abdichtung an Ort und Stelle unpraktisch, weil entweder die Härtungstemperatur oder in einigen Fällen die Nachhärtungstemperatur gewöhnlich hoch genug ist, um eine Deformation des Thermoplasten hervorzurufen. Wenn jedoch die Härtungstemperatur gesenkt wird, ist die Härtungsrate zu niedrig. Elastomere Zusammensetzungen, die in ihrem ungehärteten Zustand ohne weiteres auf einen Gegenstand oder eine Rille aufgebracht werden könnten und die auf Härtungsverfahren bei niedriger Temperatur angepasst sind, wären deshalb bei der Herstellung thermoplastischer Gegenstände mit befestigten Abdichtungsgliedern besonders nützlich.

[0004] UV-Härtungsverfahren wurden zur Härtung von Elastomeren bei Raumtemperatur verwendet. Das Europäische Patent 486278 offenbart zum Beispiel eine UV-härtbare Beschichtungszusammensetzung auf Wasserbasis, die eine Latex-Polymer-Emulsion und ein multifunktionelles (Meth)acrylat enthält. Das Latex-Polymer weist einen Acrylatgehalt von größer als 47 Mol-% und eine Glasübergangstemperatur (T_g) von 28°C oder weniger auf. Die ungeprüfte Japanische Patentveröffentlichung HEI 6-116546 offenbart eine Abdichtungsmittel-Zusammensetzung, umfassend ein fotohärtbares Harz, ein (Meth)acrylat-Monomer, einen organischen oder anorganischen Füllstoff, einen fotohärtenden Typ eines Abdichtungsmittels aus entweder einem thermoplastischen Harz oder Polyisobutylene und einem Foto- oder Wärmehärtungsinitiator.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0005] Gegenstand der vorliegenden Erfindung sind härtbare, ölbeständige Elastomer-Zusammensetzungen, die bei niedrigen Temperaturen vernetzt werden können. Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist insbesondere eine thermisch stabile, härtbare Elastomer-Zusammensetzung, umfassend:

- a) 80 bis 95 Gew.-% eines Elastomers, das aus der Gruppe ausgewählt ist, bestehend aus
 - i) Copolymeren, umfassend Ethylen und ein Comonomer, ausgewählt aus der Gruppe, die aus C₁-C₈-Alkylestern von Acrylsäure, C₁-C₈-Alkylestern von Methacrylsäure und Vinylestern von C₂-C₈-Carbonsäuren besteht;
 - ii) Alkylacrylat-Polymeren, ausgewählt aus der Gruppe, die aus Homopolymeren aus C₁-C₁₀-Alkylacrylaten und Copolymeren aus C₁-C₁₀-Alkylacrylaten mit bis zu 40 Gew.-% Monovinyl-Monomeren besteht und
 - iii) Dien-Copolymeren, ausgewählt aus der Gruppe, die aus Copolymeren aus einem Dien und einem un-

gesättigten Nitril und hydrierten Copolymeren aus einem Dien und einem ungesättigten Nitril besteht; b) mindestens 2 Gew.-% eines multifunktionellen Vernetzungsmittels, ausgewählt aus der Gruppe, die aus multifunktionellen Acryl-Vernetzungsmitteln und multifunktionellen Methacryl-Vernetzungsmitteln besteht und c) 0,2 bis 5,0 Gew.-% eines UV-Initiators,

worin die Gewichtsprozente von jeder der Komponenten a), b) und c) auf das kombinierte Gewicht von Komponenten a), b) und c) bezogen sind.

[0006] Gegenstand der Erfindung ist weiter ein Verfahren zum Ausbringen einer Abdichtung auf einen Gegenstand, umfassend die Schritte von:

- A) Mischen bei einer Temperatur zwischen 25°C und 250°C
 - a) 80 bis 95 Gew.-% eines Elastomers, das aus der Gruppe ausgewählt ist, bestehend aus:
 - i) Copolymeren, umfassend Ethylen und ein Comonomer, ausgewählt aus der Gruppe, die aus C₁-C₈-Alkylestern von Acrylsäure, C₁-C₈-Alkylestern von Methacrylsäure und Vinyl estern von C₂-C₆-Carbonsäuren besteht;
 - ii) Alkylacrylat-Polymeren, ausgewählt aus der Gruppe, die aus Homopolymeren aus C₁-C₁₀-Alkylacrylaten und Copolymeren aus C₁-C₁₀-Alkylacrylaten mit bis zu 40 Gew.-% Monovinyl-Monomeren besteht und
 - iii) Dien-Copolymeren, ausgewählt aus der Gruppe, die aus Copolymeren aus einem Dien und einem ungesättigten Nitril und hydrierten Copolymeren aus einem Dien und einem ungesättigten Nitril besteht;
 - b) mindestens 2 Gew.-% eines multifunktionellen Vernetzungsmittels, ausgewählt aus der Gruppe, die aus multifunktionellen Acryl-Vernetzungsmitteln und multifunktionellen Methacryl-Vernetzungsmitteln besteht und
 - c) 0,2 bis 5,0 Gew.-% eines UV-Initiators,
- worin die Gewichtsprozente von jeder der Komponenten a), b) und c) auf das kombinierte Gewicht von Komponenten a), b) und c) bezogen sind, zur Bildung eines thermisch stabilen, härtbaren, extrudierbaren Gemischs;
- B) Ablagerung des extrudierbaren Gemischs auf dem Gegenstand in der gewünschten Form und Dicke zur Bildung einer ungehärteten Abdichtung und
- C) Bestrahlung der ungehärteten Abdichtung mit UV-Strahlung für eine Zeitspanne, die zum Härteten der Abdichtung ausreicht.

[0007] Gegenstand der Erfindung ist weiter ein Verfahren zur Herstellung von elastomeren Abdichtungen und Dichtungen umfassend:

- A) Erhitzen der thermisch stabilen, härtbaren Elastomer-Zusammensetzung nach Anspruch 1 auf eine Temperatur von 25°C bis 250°C und Ablagerung der Zusammensetzung auf einem Substrat zur Bildung einer ungehärteten Abdichtung oder Dichtung einer gewünschten Dicke und
- B) Bestrahlung der ungehärteten Abdichtung oder Dichtung mit UV-Strahlung für eine Zeitspanne, die zum Härteten der ungehärteten Abdichtung oder Dichtung durch Reaktion der Elastomer-Komponente der Elastomer-Zusammensetzung mit dem multifunktionellen Vernetzungsmittel der Elastomer-Zusammensetzung zur Bildung von Interketten- und Intraketten-Vernetzungen ausreicht.

AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

[0008] Die erfindungsgemäßen thermisch stabilen, härtbaren Zusammensetzungen umfassen drei Komponenten: ein ölbeständiges Elastomer, ein multifunktionelles Acryl- oder Methacryl-Vernetzungsmittel und einen UV-Initiator. Die Zusammensetzungen sind durch die Einwirkung der UV-Strahlung härtbar, sie sind aber bei Temperaturen, die zur Verarbeitung ungehärteter Elastomer-Formulierungen, z. B. bei Misch- oder Extrudervorgängen, verwendet werden, thermisch stabil. Derartige Temperaturen liegen im Allgemeinen im Bereich von 25°C bis 250°C. Unter "thermisch stabil" versteht man, dass die Zusammensetzungen nicht spontan ein vernetztes Netzwerk bilden, d. h. härteten. Das heißt, die Viskosität der Zusammensetzungen bleibt bei Erhitzen auf die Verarbeitungstemperatur innerhalb von +50% des initialen Wertes, wie durch den Mangel an einer erheblichen Erhöhung des Drehmoments (d. h. einer Erhöhung von weniger als 1 dNm), wenn sie 30 min der Verarbeitungstemperatur in einem Moving Die Rheometer ausgesetzt wurden, konstant. Die geeignete Verarbeitungstemperatur hängt von der Abbautemperatur des speziellen UV-Initiators und dem eingesetzten Acryl- und Methacryl-Vernetzungsmittel ab. Die Verarbeitungstemperatur muss jedoch ausreichend hoch sein, damit die härtbare Elastomer-Zusammensetzung bis zu dem Grad fließt, der für den Endgebrauch erforderlich ist. Diese liegt im Allgemeinen bei 25°C bis 250°C, bevorzugt von 90°C bis 170°C. Wenn sie erhitzt oder der mechanischen Bearbeitung, wie zum Beispiel in einem Schneckenextruder, einer Zahnpumpe oder Kolbenpumpe, ausgesetzt werden, sind die Zusammensetzungen zum viskoelastischen Fluss fähig und können dosiert und in ge-

formte Gegenstände, wie zum Beispiel Abdichtungen, gebildet werden. Diese Gegenstände können später durch Exposition gegenüber UV-Strahlung gehärtet werden.

[0009] Die elastomere Komponente der Zusammensetzungen kann ein roher (d. h. ungehärteter) Ethylen-Copolymer-Kautschuk, ein Acrylat-Rohkautschuk oder ein rohes elastomeres Copolymer eines Diens und eines ungesättigten Nitrils (d. h. Nitrilkautschuks) sein. Die in der erfindungsgemäßen praktischen Ausführung nützlichen Ethylen-Copolymer-Kautschuke bestehen aus zwei wichtigen Typen. Der erste Typ schließt Ethylen-Copolymere mit copolymerisierten Einheiten aus C₁-C₈-Alkylestern von Acrylsäure oder C₁-C₈-Alkylester von Methacrylsäure ein. Der zweite Typ schließt Ethylen-Copolymere mit copolymerisierten Einheiten aus Vinylestern von C₂-C₈-Carbonsäuren ein. Jede dieser Copolymer-Klassen schließt Dipolymere oder Copolymere höherer Ordnung mit copolymerisierten Einheiten von anderen Comonomeren ein.

[0010] Wenn die Copolymere Dipolymere sind, liegt der Ethylengehalt im Bereich von ca. 20–85 Gew.-%, bevorzugt 30–65 Gew.-%. Repräsentative Beispiele dieser Zusammensetzungen schließen Copolymere aus Ethylen mit, zum Beispiel Methylacrylat, Ethylacrylat, n-Butylacrylat, Isobutylacrylat, 2-Ethylhexylacrylat, Hexylacrylat und Copolymere aus Ethylen mit, zum Beispiel Vinylacetat, Vinylpropionat und Vinylhexanoat ein. Copolymere aus Ethylen mit, zum Beispiel Methylmethacrylat, Ethylmethacrylat, Isobutylmethacrylat, 2-Ethylmethacrylat, n-Butylmethacrylat oder Hexylmethacrylat, können auch eingesetzt werden, Ethylenacrylat-Copolymere und Ethylenvinylester-Copolymere sind jedoch bevorzugt. Methylacrylat, n-Butylacrylat und Vinylacetat befinden sich unter den bevorzugtesten Comonomeren. Die Copolymere weisen im Allgemeinen Mooney-Viskositäten im Bereich von 1–60 ML (1 + 4) bei 100°C, bevorzugt 1–20 ML (1 + 4) bei 100°C auf. Mischungen aus Dipolymeren können auch verwendet werden.

[0011] Beispiele von elastomeren Copolymeren höherer Ordnung aus Ethylen, die zur Verwendung als die polymere Komponente der erfindungsgemäßen Zusammensetzungen geeignet sind, schließen Copolymere von a) Ethylen, b) Alkylacrylaten, Alkylmethacrylaten oder Vinylestern von Carbonsäuren und c) ungesättigten Säuren ein. Spezifische Beispiele schließen Terpolymere mit copolymerisierten Einheiten von a) Ethylen, b) C₁-C₈-Alkylestern von Acrylsäure, C₁-C₈-Alkylestern von Methacrylsäure oder Vinylestern von C₂-C₈-Carbonsäuren und c) Carbonsäuren von 3–12 Kohlenstoffatomen, die aus der Gruppe ausgewählt sind, bestehend aus α,β-ungesättigten Monocarbonsäuren; α,β-ungesättigten Dicarbonsäuren; und Monoestern von α,β-ungesättigten Dicarbonsäuren ein. Der Ethylengehalt der Copolymere liegt im Bereich von 25–75 Gew.-% des Polymers, bevorzugt 35–65 Gew.-%, und die α,β-ungesättigten Mono- oder Dicarbonsäuren oder Monoester von α,β-ungesättigten Säuren liegen in einer Menge vor, die zur Bereitstellung von 0,1–10 Gew.-%, bevorzugt 0,5–50 Gew.-% von Carbonsäuregruppen ausreicht. Geeignete α,β-ungesättigte Mono- oder Dicarbonsäuren schließen Monocarbonsäuren, wie zum Beispiel Acrylsäure und Methacrylsäure; Dicarbonsäuren, wie zum Beispiel Maleinsäure, Fumarsäure und Itaconsäure; und Monoester von Dicarbonsäuren, wie zum Beispiel Ethylhydrogenmaleat, Ethylhydrogenfumarat und 2-Ethylhexylhydrogenmaleat ein. Acrylsäure, Methacrylsäure und Ethylhydrogenmaleat sind bevorzugt. Das Alkylacrylat oder die Vinylester-Comonomere umfassen 25–70 Gew.-% des Polymers, bevorzugt 30–65 Gew.-%. Alkylacrylate, die zur Verwendung in den Polymeren geeignet sind, schließen C₁-C₈-Alkylester von Acrylsäure, zum Beispiel die Methyl-, Ethyl-, n-Butyl-, Isobutyl-, Hexyl- und 2-Ethylhexylester ein. Methyl-, Ethyl- und Butylacrylate sind bevorzugt. Methylacrylat ist am bevorzugtesten. Vinylester von Carbonsäuren, die zur Verwendung in den Polymeren geeignet sind, schließen Vinylester von Carbonsäuren mit 2–8 Kohlenstoffatomen, zum Beispiel Vinylacetat, Vinylpropionat, Vinylhexanoat und Vinyl-2-ethylhexanoat ein. Vinylacetat ist bevorzugt. Die Mooney-Viskositäten, ML (1 + 4) bei 100°C von diesen Copolymeren liegen im Allgemeinen im Bereich von 1–50, bevorzugt 1–20. Repräsentative Beispiele von diesen Copolymeren schließen Terpolymere und Tetrapolymere, wie zum Beispiel Ethylen/Methylacrylat/Methacrylsäure-Copolymere; Ethylen/Methylacrylat/Ethylhydrogenmaleat-Copolymere; Ethylen/Acrylicsäure/Vinylacetat-Copolymere; Ethylen/Butylacrylat/Acrylicsäure-Copolymere; Ethylen/Vinylacetat/Methacrylicsäure-Copolymere; Ethylen/Fumarsäure/Methylacrylat-Copolymere; Ethylen/Methylacrylat/Kohlenmonoxid/Methacrylsäure-Copolymere; und Ethylen/Ethylhydrogenmaleat/ Kohlenmonoxid/Vinylacetat-Copolymere ein. Copolymer-Mischungen können auch verwendet werden.

[0012] Eine andere Klasse elastomerer Ethylen-Copolymere, die zur Verwendung in der erfindungsgemäßen praktischen Ausführung geeignet sind, enthalten copolymerisierte Ethylen-Einheiten, einen Acrylester oder Vinylester, Glycidylacrylat oder Methacrylat und optional Kohlenmonoxid. Derartige Zusammensetzungen enthalten im Allgemeinen von 30–70 Gew.-% Ethylen, 25–65 Gew.-% Acryl- oder Vinylester, 2–10 Gew.-% Glycidylacrylat oder Methacrylat und 0–15 Gew.-% Kohlenmonoxid, wobei sich die Gewichtsprozente auf 100 Gew.-% addieren lassen. Copolymere von Ethylen, Acrylatester und Glycidylmethacrylat sind bevorzugt. Repräsentative Alkylacrylate und Alkylacrylate, die als Comonomere verwendet werden, schließen Methylacrylat, Ethylacrylat, Propylacrylat, n-Butylacrylat, Isobutylacrylat und Hexylacrylat ein. Repräsentative Copolymere

schließen Ethylen/Methylacrylat/Glycidylmethacrylat, Ethylen/n-Butylacrylat/Glycidylmethacrylat, Ethylen/Vinylacetat/Glycidylmethacrylat und Ethylen/Methylacrylat/Kohlenmonoxid/Glycidylmethacrylat ein.

[0013] Eine weitere Klasse elastomerer Ethylen-Copolymere, die zur Verwendung in der erfindungsgemäßen praktischen Ausführung geeignet sind, enthalten copolymerisierte Einheiten von Ethylen; Vinylacetat, ein C₁-C₈-Akkylacrylat oder C₁-C₈-Alkylmethacrylat; und Kohlenmonoxid oder Schwefeldioxid. Der Vinylacetat-, Alkylacrylat- oder Alkylmethacrylat-Gehalt des Copolymers beträgt im Allgemeinen 20–50 Gew.-%, und der Kohlenmonoxid- oder Schwefeldioxid-Gehalt beträgt im Allgemeinen 5–40 Gew.-%. Beispiele dieser Copolymere schließen Ethylen/Vinylacetat/Kohlenmonoxid, Ethylen/n-Butylacrylat/Kohlenmonoxid, Ethylen/Methylacrylat/Kohlenmonoxid, Ethylen/Ethylhydrogenmaleat/Kohlenmonoxid/Vinylacetat ein.

[0014] Sowohl die vorstehend beschriebenen Dipolymere als auch höhere Copolymere werden im Allgemeinen durch kontinuierliche Copolymerisation von Ethylen und den Comonomeren in einem gerührten Reaktor in Gegenwart von mindestens einem radikalischen Initiator bei Temperaturen von 100°C bis 300°C und bei Drücken von 130 bis 350 MPa, im Allgemeinen wie in US 3,883,472 beschrieben, hergestellt. Die Copolymere werden am bevorzugtesten auch in Gegenwart von 2–25 Gew.-% Methanol oder Aceton hergestellt, damit das Fouling des Reaktors verhindert oder eliminiert wird.

[0015] Die elastomere Komponente kann auch aus der Klasse von Acrylatkautschen ausgewählt werden, umfassend Homopolymere oder Copolymere von C₁-C₁₀-Alkylacrylaten. Bevorzugte Alkylacrylate schließen Ethylacrylat, Butylacrylat und 2-Ethylhexylacrylat ein. Copolymere Acrylatkautscheke enthalten copolymerisierte Einheiten von bis zu 40 Gew.-% Monovinylmonomeren, wie zum Beispiel Styren, Acrylnitril, Vinylbutylether, Acrylsäure und C₁-C₁₀-Alkylacrylate, die sich vom Hauptalkylacrylat-Comonomer unterscheiden. Solche Copolymere sind im Handel, zum Beispiel als Hytemp®-Acrylatkautscheke (Acrylhomopolymer- und -copolymer-Kautscheke, erhältlich von Nippon Zeon, KK) und Toacron® AR-601 (Polyethylacrylat-Polymer, erhältlich von Toa Paint, KK) erhältlich.

[0016] Die elastomere Komponente kann weiter ein Copolymer eines Dien und eines ungesättigten Nitrils sein. Das Dien kann zum Beispiel Butadien sein. Das Nitril ist bevorzugt Acrylnitril. Diese Copolymere sind als Nitrilkautscheke bekannt und sind im Handel erhältlich. Sie besitzen im Allgemeinen Acrylnitril-Gehalte von 18–50 Gew.-%. Hydrierte Nitrilkautscheke sind auch zur Verwendung in den erfindungsgemäßen Zusammensetzungen geeignet.

[0017] Die elastomere Komponente der erfindungsgemäßen Zusammensetzungen kann eine Mischung aus Elastomeren wie auch ein einzelnes Elastomer sein. Mischungen, worin nur ein Elastomer zum Härteln durch Exposition gegenüber UV-Strahlung fähig ist, werden auch erfindungsgemäß in Betracht gezogen.

[0018] Außer einer elastomeren Komponente schließen die erfindungsgemäßen härtbaren Zusammensetzungen mindestens ein multifunktionelles Acryl- oder Methacryl-Vernetzungsmittel ein. Unter multifunktionellem Acryl- oder Methacryl-Vernetzungsmittel versteht man einen Ester, der ein Reaktionsprodukt einer Polyhydroxyl-Verbindung, im Allgemeinen ein Polyhydroxylalkohol und eine Acryl- oder Methacrylsäure darstellt, worin das Vernetzungsmittel mindestens zwei Kohlenstoff Kohlenstoff Doppelbindungen aufweist. Auf derartige Zusammensetzungen wird häufig im Stand der Technik als auf multifunktionelle Acrylate oder multifunktionelle Methacrylate verwiesen. Typische multifunktionelle Acrylate und Methacrylate weisen Molekulargewichte von 150 bis 1 000 auf und enthalten mindestens zwei polymerisierbare ungesättigte Gruppen pro Molekül.

[0019] Repräsentative multifunktionelle Acryl-Vernetzungsmittel schließen folgende ein: Acrylate und Methacrylate, wie zum Beispiel Ethylenglycol-diacrylat; Ethylenglycol-dimethacrylat; 1,6-Hexandiol-diacrylat; 1,6-Hexandiol-dimethacrylat; 1,4-Butandiol-diacrylat; Pentaerythritol-tiacrylat; Pentaerythritol-tetraacrylat; Di-pentaerythritol-pentaacrylat; Methoxy-1,6-hexandiolpentaerythritol-triacrylat; Trimethylolpropan-tiacrylat; Tetraethylenglycol-diacrylat; Polymethacrylat-urethane; Epoxyacrylate; Polyester-Acrylat-Monomere und -Oligomere; Trimethylolpropan-propoxylat-tiacrylat, Poly-n-butyleneoxidglycol-diacrylate; und Bisphenol-A-Alkylenoxidaddukt-Diacrylate. Trimethylolpropan-triacrylat und Trimethylolpropan-trimethacrylat sind bevorzugte Vernetzungsmittel, weil diese Verbindungen ohne weiteres verfügbar sind. Außerdem werden im Vergleich zu Zusammensetzungen, die difunktionelle Acrylate, wie zum Beispiel Diethylenglycol-dimethacrylat enthalten, die Zusammendrückbarkeit und Vernetzungsdichte in Zusammensetzungen verbessert, die diese Vernetzungsmittel enthalten.

[0020] Die multifunktionellen Acryl- und Methacryl-Vernetzungsmittel sind bei Bestrahlung zur Homopolymerisation fähig. Wenn die erfindungsgemäßen härtbaren Zusammensetzungen folglich der UV-Strahlung ausge-

setzt werden, treten zwei Reaktionen gleichzeitig auf. Das multifunktionelle Vernetzungsmittel reagiert mit der elastomeren Polymerkomponente zur Bildung von Interketten- und Intraketten-Vernetzungen, die in einer Kautschukmatrix resultieren. Das überschüssige multifunktionelle Vernetzungsmittel wird zusätzlich homopolymerisieren und ein interpenetrierendes Netzwerk bilden, das zur Verstärkung der Kautschukmatrix weitgehend auf die gleiche Weise wie Füllstoffe zur Verstärkung von Elastomeren wirkt. Es ist deshalb möglich, die Härte des gehärteten Endprodukts durch Einstellen der Proportion des vorliegenden multifunktionellen Vernetzungsmittels in der härtbaren Zusammensetzung zu kontrollieren. Im Allgemeinen sind difunktionelle Acrylate und Methacrylate im Vergleich zu ihren Analoga, die höhere Funktionalitäten aufweisen, weniger wirksame Vernetzungsmittel. Vernetzungsmittel der Klasse mit höheren Funktionalitäten sind folglich für die erfindungsgemäßen Sinne bevorzugt.

[0021] Elastomere Materialien, die nach den in der Kautschukverarbeitungstechnologie allgemein verwendeten Verfahren kompoundiert und gehärtet werden, enthalten im Allgemeinen Carbon-Black oder Mineralfüllstoffe als Verstärkungsmittel. Verstärkung spiegelt sich in den Eigenschaften, wie zum Beispiel Härte, Modul und Zugfestigkeit wider. Im Allgemeinen sind verstärkte Elastomere durch die nicht lineare Spannung-Dehnungs-abhängigkeit gekennzeichnet. Im Gegensatz dazu sind nicht verstärkte Elastomer-Zusammensetzungen durch einen initialen Spannungsaufbau bei niedriger Deformation gekennzeichnet, die bei höherer Deformation nicht erheblich zunimmt. Nicht verstärkte Elastomer-Zusammensetzungen tendieren weiter dazu, bei relativ niedriger Reißfestigkeit zu brechen.

[0022] Es würde in der Regel erwartet, dass die Verwendung von Füllstoffen in UV-initiierten Reaktionen in das UV-Härtungsverfahren eingreift. Das vorliegende Verfahren erlaubt jedoch das Härteln durchscheinender Zusammensetzungen. Die Verstärkung wird gleichzeitig mit dem Vernetzen durch Bildung eines interpenetrierenden Netzwerks bewirkt. Das sich ergebende Produkt weist ein Spannungs-Dehnungsverhalten auf das linearer als das von herkömmlichen Elastomeren ist, die chemisch nicht an die Elastomermatrix gebundene Füllstoffe enthalten.

[0023] Die Menge des in den erfindungsgemäßen Zusammensetzungen vorliegenden multifunktionellen Acryl- oder Methacryl-Vernetzungsmittels beträgt mindestens 2 Gew.-% bezogen auf das kombinierte Gewicht des Polymers, multifunktionellen Vernetzungsmittels und des UV-Initiators. Bevorzugte Zusammensetzungen enthalten 5–20 Gew.-% multifunktionelles Vernetzungsmittel, und die am bevorzugtesten Zusammensetzungen enthalten 5–15 Gew.-% multifunktionelles Vernetzungsmittel bezogen auf das kombinierte Gewicht des Polymers, multifunktionellen Vernetzungsmittels und des UV-Initiators.

[0024] Die dritte Komponente der erfindungsgemäßen härtbaren Zusammensetzungen ist ein UV-Initiator. Er kann aus den organisch-chemischen Verbindungen ausgewählt werden, die üblicherweise zur Förderung der UV-initiierten Bildung von Radikalen, entweder durch intramolekulare homolytische Bindungsspaltung oder durch intermolekulare Wasserstoffabstraktion eingesetzt werden. Diese Mittel schließen organische Verbindungen mit Arylcarbonyl oder tertiären Aminogruppen ein. Unter den zur Verwendung geeigneten Verbindungen befinden sich Benzophenon; Acetophenon, Benzil; Benzaldehyd; o-Chlorbenzaldehyd; Xanthon; Thioxanthon; 9,10-Anthrachinon; 1-Hydroxycyclohexylphenylketon; 2,2-Diethoxyacetophenon; Dimethoxyphenylacetophenon; Methyldiethanolamin; Dimethylaminobenzoat; 2-Hydroxy-2-methyl-1-phenylpropan-1-on; 2,2-Di-sec-butoxyacetophenon; 2,2-Dimethoxy-1,2-diphenylethan-1-on; Benzildimethoxyketal; Benzoinmethyl-ether und Phenylglyoxal. Bei Exposition gegenüber UV-Strahlung kann eine Vielfalt fotochemischer Transformationen auftreten, so kann der UV-Initiator zum Beispiel reaktive Fragmente freier Radikale bilden, die mit den Acrylatendgruppen des multifunktionellen Acryl- oder Methacryl-Vernetzungsmittels reagieren. Dies initiiert sowohl die Vernetzung des Polymers als auch die Homopolymerisation des Acryl- oder Methacryl-Vernetzungsmittels. Ein bevorzugter UV-Initiator ist 1-Hydroxycyclohexylphenylketon aufgrund der Schnelligkeit, mit dem er freie Radikale bildet, wenn er der UV-Strahlung ausgesetzt wird. Gemische von UV-Initiatoren können auch verwendet werden. Dies ist oft erwünscht, weil er in bestimmten Fällen eine effizientere Bildung von Radikalen bereitstellt. Der UV-Initiator liegt im Allgemeinen in einer Menge von 0,2 bis 5,0 Gew.-% bezogen auf das Gesamtgewicht des Polymers, multifunktionellen Vernetzungsmittels und UV-Initiators vor. Zur Verwendung sind jedoch 0,5–2,5 Gew.-% UV-Initiator bevorzugt, am bevorzugtesten 0,5–1,0 Gew.-% UV-Initiator bezogen auf das Gesamtgewicht des Polymers, Vernetzungsmittels und UV-Initiators, weil die hohen Fotoinitiator-Konzentrationen dazu neigen, in die Penetration einzugreifen und im Wesentlichen nicht zu der Gesamtvernetzungsdichte beitragen. Der Durchschnittsfachmann wird erkennen, dass es für jede bestimmte Kombination von ungehärtetem Kautschuk-Elastomer und Vernetzungsmittel eine optimale Fotoinitiator-Konzentration gibt. So kann zum Beispiel hydrierter Nitrilkautschuk im Allgemeinen eine höhere Fotoinitiator-Konzentration benötigen als ein Copolymer von Ethylen, Methylacrylat und Ethylhydrogenmaleat. Höhere Fotoinitiator-Konzentrationen erhöhen die Vernetzungsdichte an der Oberfläche der gehärteten Zusammensetzung.

Niedrige Fotoinitiator-Konzentrationen können zu besserer (d. h. niedrigerer) Zusammendrückbarkeit von Proben, die mehrere Millimeter dick sind, beitragen.

[0025] Die Verarbeitungstemperatur darf für die erfindungsgemäßen Sinne außerdem die Temperatur nicht überschreiten, bei der thermischer Abbau des UV-Initiators auftritt. In einigen Fällen würde ein derartiger Abbau aufgrund der Bildung freier Radikale zu scorchanflälligen Zusammensetzungen führen. Dies ist der Fall, weil die thermisch induzierte Fragmentierung des Initiators in der Verarbeitungsausrüstung zu vorzeitiger Vernetzung des Elastomers führen kann. In anderen Fällen würde aufgrund der Inaktivierung des Initiators langsames Härten der Zusammensetzungen resultieren. Die Abbauteperaturen unterscheiden sich für jeden einzelnen UV-Initiator. Abhängig von der Art des Kautschuks und der Additivmenge liegt die Verarbeitungstemperatur im Bereich zwischen 25°C und 250°C. Es ist eine erfindungsgemäße Aufgabe, stabile elastomere Zusammensetzungen bereitzustellen, die bei Temperaturen von bis zu 250°C auf ein Substrat aufgebracht werden können.

[0026] Die elastomere Komponente, die multifunktionelle Acryl- oder Methacryl-Vernetzungsmittel-Komponente und die UV-Initiatorkomponente liegen in den erfindungsgemäßen Zusammensetzungen in spezifischen relativen Verhältnissen vor. Das heißt, das Elastomer liegt in einer Menge von 80–95 Gew.-% bezogen auf das Gesamtgewicht des Elastomers, Vernetzungsmittels und UV-Initiators vor. Das multifunktionelle Vernetzungsmittel liegt in einer Menge von mindestens 2 Gew.-% bezogen auf das Gesamtgewicht des Elastomers, Vernetzungsmittels und UV-Initiators vor. Der UV-Initiator liegt letztlich in einer Menge von 0,2 bis 5,0 Gew.-% bezogen auf das Gesamtgewicht des Elastomers, Vernetzungsmittels und UV-Initiators vor. Die elastomere Komponente liegt bevorzugt in einer Menge von 85–93 Gew.-% bezogen auf das Gesamtgewicht des Elastomers, Vernetzungsmittels und UV-Initiators vor. Die Konzentration des Vernetzungsmittels bestimmt die Zusammendrückbarkeitsbeständigkeit und Härte in der erfindungsgemäßen härtbaren Zusammensetzung. Wenn weniger als 2 Gew.-% Vernetzungsmittel vorliegt, wird eine Zusammensetzung von geringer Härte und schlechter Zusammendrückbarkeitsbeständigkeit gebildet. Ein Vernetzungsmittel bei größer als 30 Gew.-% resultiert in der Herstellung einer Zusammensetzung mit einer Härte von größer als 70 Shore A. Derartige Zusammensetzungen sind im Allgemeinen zur Verwendung in Abdichtungs-, besonders Dichtungsanwendungen ungeeignet. Die ausgewählte spezielle Komponentenreihe hängt folglich vom beabsichtigten spezifischen Endgebrauch ab.

[0027] Verschiedene Additive, die häufig in der Kautschukkompondierung verwendet werden, können in die erfindungsgemäßen Zusammensetzungen zu ihrer Modifizierung, Stabilisierung und Verstärkung inkorporiert werden. Derartige Additive werden bevorzugt in Mengen verwendet, die im Wesentlichen nicht in die Vernetzungsreaktion der ungehärteten polymeren Komponente eingreifen. Wenn zum Beispiel große Füllstoffmengen, die für UV-Licht undurchlässig sind, verwendet werden, härteten sich die gefüllten Zusammensetzungen nicht durchweg gleichmäßig, oder es wird nur die Oberfläche der Zusammensetzung gehärtet. Die Füllstoffe können gewöhnlich in Mengen von bis zu 15 Teilen pro hundert Teile Elastomer eingesetzt werden. Typische Beispiele schließen Füllstoffe ein, die nicht schwarz sind, wie zum Beispiel Minerale oder Glasfasern. Polymere Füllstoffe von hoher Verstärkungseffizienz, wie zum Beispiel Polytetrafluorethylen und Aramidfasern können im Allgemeinen auch in niedrigen Konzentrationen verwendet werden.

[0028] Hitze- und Oxidationsbeständigkeit der erfindungsgemäßen Zusammensetzungen können durch Inkorporation von Antioxidanzien verbessert werden. Im Allgemeinen werden aromatische Antioxidanzien, besonders aromatische Amine verwendet. Aufgrund ihrer Schutzwirkung greifen diese Verbindungen in einem bestimmten Ausmaß in die durch die UV-Strahlung initiierte Vernetzungsreaktion freier Radikale ein. In Abwesenheit von Antioxidanzien unterliegen die Zusammensetzungen Oberflächenrissen, wenn sie für die Dauer mehrerer Tage Temperaturen von 150°C ausgesetzt sind. Unter den nützlichsten Antioxidanzien befinden sich 4,4'-Bis(α,α -dimethylbenzyl)diphenylamin und Mischungen von 4,4'-Bis(α,α -dimethylbenzyl)diphenylamin mit 4-(α,α -Dimethylbenzyl)diphenylamin. Gehinderte Phenole können eingesetzt werden, sie greifen jedoch mehr in die Härtungsreaktion ein als dies mit den aromatischen Aminen der Fall ist. Antioxidanzien werden im Allgemeinen bei einer Konzentration zwischen 0,5–2 Teilen pro 100 Teile Polymer inkorporiert. Andere Additive können auch in den erfindungsgemäßen Zusammensetzungen, wie zum Beispiel Plastifiziermittel, Adhäsionspromotoren, Flammenschutzmittel und Verfahrenshilfsmittel, die häufig bei der Kautschukkompondierung verwendet werden, eingesetzt werden.

[0029] Kleine Inhibitormengen können in den erfindungsgemäßen Zusammensetzungen auch aufgrund des Vorliegens dieser Additive in gewerblichen Proben der Acryl- oder Methacryl-Vernetzungsmittel vorliegen. Die Inhibitoren sind im Allgemeinen in geringen Mengen, zum Beispiel unter 1500 ppm (Teile auf eine Million bezogen auf das Gewicht des Vernetzungsmittels) anwesend. Sie wirken zur Verhinderung thermisch induzierter

Polymerisation der Vernetzungsmittel während der Lagerung und des Versands.

[0030] Die erfindungsgemäßen Zusammensetzungen sind insbesondere zur Herstellung elastomerer Abdichtungen und Dichtungen unter Verwendung eines als Abdichtung am Ort bekannten Verfahrens geeignet. Das heißt, eine erfindungsgemäße Zusammensetzung wird auf eine Temperatur von 25°C–250°C, bevorzugt 90°C–170°C erhitzt. Die erhitzte Zusammensetzung wird dann zur Bildung einer ungehärteten Abdichtung einer gewünschten Dichte auf ein Substrat dosiert, die dann gehärtet wird. Die Abdichtung wird folglich am Ort direkt auf dem abzudichtenden Gegenstand anstelle in einem gesonderten Formsschritt gebildet. Ungehärtete Abdichtungen werden in der Regel in Dicken von 1–15 mm, bevorzugt in Dicken von 2–8 mm gebildet.

[0031] Robotisierte Heißschmelzgeräte können zum Aufbringen von Dichtungen am Ort verwendet werden. In einer Ausführungsform des Verfahrens wird eine erfindungsgemäße härtbare Zusammensetzung mit einer Elastomer-Komponente von niedriger Viskosität in eine Walze mit Heizplatte und Kolben eingeführt. Die Zusammensetzung wird bei Erhitzen weich und extrudierbar. Sie wird durch die Kolbenwirkung, im Allgemeinen bei relativ niedrigen Drücken, in der Regel weniger als 5,0 bar (d. h. 0,5 MPa) aus der Walze forciert. Die Zusammensetzung wird dann mittels Zahn- oder Kolbenpumpe durch erhitzte Schläuche an eine Applikationspistole gespeist, die mit einem multifunktionellen Industrieroboter ausgerüstet ist, der zur präzisen und schnellen Dosierung fähig ist. Auf diese Weise kann die Zusammensetzung in eine Rille eines thermoplastischen Gegenstandes, die gerade, wie zum Beispiel durch Formen, hergestellt wurde, eingebracht werden. Während der Abkühlung verfestigt sich der Strang ungehärteten Elastomers in der Rille rasch und bildet ein festes Abdichtungselement. Dieses Applikationsverfahren ist für Ethylen-Acrylelastomere von niedriger Viskosität, Polyacrylat-Kautschuke, Nitrilkautschuke oder Ethylen-Vinylacetat-Elastomere mit einer Mooney-Viskosität von 1–20 ML (1 + 4) bei 100°C geeignet. Das Verfahren ermöglicht die Extrusion aus einer Walze unter Verwendung relativ niedriger Drücke. Kontinuierliche Speise- und Dosierpumpen sind zur Handhabung von erfindungsgemäßen Zusammensetzungen mit Viskositäten bis zu 1000 Pa·s in der Lage. Heißschmelzausrüstungen können für Zusammensetzungen verwendet werden, die etwas höhere Viskositäten, wie zum Beispiel ML (1 + 4) bei 100°C = 70 aufweisen, durch Einsetzen eines Extruders zur Einführung der Zusammensetzung in die erhitzten Schläuche. Die Viskosität nimmt daraufhin ab, wobei die Bildung von Abdichtungen aus Zusammensetzungen der höheren Viskosität ermöglicht wird.

[0032] In einer anderen Ausführungsform können erfindungsgemäße Zusammensetzungen mit relativ hoher Viskosität durch das Abdichtungsverfahren am Ort zu ungehärteten Abdichtungen gebildet werden. Anstelle der Verwendung einer Heißschmelzausrüstung werden Schneckenextruder ausschließlich zur Abgabe der elastomeren Zusammensetzung an den abzudichtenden Gegenstand verwendet. Die Verwendung von Schneckenextrudern resultiert in relativ hoher Energiezufluss an das Polymer im Vergleich zum Verfahren, das sich die Heißschmelzausrüstung zu Nutze macht. Um den Elastomer-Abbau im Extruder zu minimieren, darf das Extrusionsverfahren nicht dazu führen, dass die Temperatur der Verbindung über 250°C ansteigt. Dies erfordert im Allgemeinen langsame Extrusionsgeschwindigkeiten. Die Extrusionsverfahren sind folglich im Allgemeinen langsamere Herstellungsverfahren. Eine derartige Ausrüstung erfordert weiter hohe Investitionskosten. Der Durchschnittsfachmann wird erkennen, dass die geeignete Temperatur zur Extrusion von der Viskosität des ungehärteten Elastomers, dem Molekulargewicht des ungehärteten Elastomers, der Konzentration des Vernetzungsmittels, der Abbautemperatur des Fotoinhibitors und der Verflüchtigungstemperatur des Vernetzungsmittels abhängt und wird einen Wert im Bereich von 25°C–250°C wählen, der für die entsprechenden Umstände optimal ist.

[0033] Zur Optimierung der elastomeren Eigenschaften von Abdichtungen, die durch die vorstehend beschriebenen Verfahren hergestellt werden, müssen sie vernetzt, d. h. gehärtet werden. Die Verwendung eines hitzeaktivierten Härtungssystems wäre zur Erlangung einer schnellen Vernetzungsreaktion bei diesen Verfahren unpraktisch. Man würde die Umwandlung der zur Bildung der Abdichtungen in ein unnachgiebiges, vernetztes Material der während des Dosierschrittes verwendeten härtbaren Zusammensetzung riskieren. Da die härtbare Zusammensetzung spezifisch erhitzt oder der durch mechanische Bearbeitung veranlassten Temperaturerhöhung unterzogen wurde, wurde die Vernetzungsreaktion gegebenenfalls getriggert. Es wäre schwierig, das vorzeitige Gelieren (d. h. Scorch) während der Dosierung zu kontrollieren. Da die vernetzten Zusammensetzungen nicht ohne weiteres fließen, sind Verfahren, die in scorchanfälligen Produkten resultieren, unerwünscht. Heterolytische Härtungssysteme, die sich auf thermisch induzierte Vernetzungsreaktionen verlassen, sind folglich für das vorliegende Verfahren nicht geeignet. Außerdem sind auch die üblichsten homolytischen, d. h. radikalischen Härtungsverfahren, die vom thermischen Abbau der Peroxide abhängen, zur erfindungsgemäßen Verwendung ungeeignet. Es wurde jedoch festgestellt, dass die erfindungsgemäßen Zusammensetzungen durch UV-induzierte radikalische Verfahren wirksam gehärtet werden können.

[0034] UV-Härtung der erfindungsgemäßen elastomeren Zusammensetzungen können bei Raumtemperatur oder bei höheren Temperaturen erreicht werden. So kann es zum Beispiel unter bestimmten Umständen, worin die elastomere Zusammensetzung als eine Abdichtung verwendet werden soll, erwünscht sein, sofort nach Applikation der ungehärteten Zusammensetzung auf den abzudichtenden Gegenstand, eine Fotohärtung durchzuführen. An diesem Punkt kann die Temperatur der Zusammensetzung so hoch wie 250°C sein. Das Erhitzen der härtbaren Zusammensetzung ist weder notwendig noch für eine wirksame Fotohärtung besonders wünschenswert. Wenn die Zusammensetzungen außerdem zur Bildung von Abdichtungen durch Abdichtung am Ort an thermoplastischen Gegenständen verwendet werden sollen, minimiert die Härtung bei niedriger Temperatur jedwede Möglichkeit des Abbaus oder des thermischen Verziehens des thermoplastischen Materials. Es ist weiterhin nicht notwendig, die UV-Bestrahlung in einer inerten Atmosphäre durchzuführen. Die Härtungsreaktion kann mit keinen nachteiligen Wirkungen unter atmosphärischen Bedingungen durchgeführt werden.

[0035] Für die erfindungsgemäßen Sinne entspricht das zur Bewirkung der Härtungsreaktion verwendete Wellenlängenspektrum der Strahlung typischerweise dem Absorptionsmaximum des UV-Initiators. Dies liegt in der Regel im Bereich von 200–400 Nanometern. Geeignete UV-Strahlungsquellen schließen Quecksilberdampflampen mittleren Drucks, elektrodenlose Lampen, gepulste Xenonlampen und Hybrid-Xenon-/Quecksilberdampflampen ein. Eine bevorzugte Anordnung umfasst eine oder mehrere Lampen zusammen mit einem Reflektor, der die Strahlung gleichmäßig über die zu bestrahrende Oberfläche ausbreitet. Die Strahlungsdosierung muss zum Härteten der polymeren Zusammensetzung ausreichend sein. Eine Dosierung von mindestens 10 Joule pro Quadratzentimeter und bevorzugt 20 Joule ist im Allgemeinen für eine optimale Härtung ausreichend. Die erforderliche Strahlungsdosis kann ohne weiteres durch Härteten kleiner Proben der härtbaren Zusammensetzung bestimmt und die physikalischen Eigenschaften, wie zum Beispiel die Zugfestigkeit und Dehnung nach der Härtung gemessen werden. In den meisten Fällen kann durch Expositionen von 30–300 Sekunden ein annehmbarer Härtungsgrad erhalten werden. Es können abhängig von der Leistung der Lampe, der Verteilung des Ausgangs über den UV-Bereich, der Dicke der Probe wie auch des Typs der polymeren Komponente, der Konzentration des vorliegenden Vernetzungsmittels und der Konzentration des vorliegenden Füllstoffes Anpassungen vorgenommen werden. So würde zum Beispiel Ethylenacrylat-Copolymer-Kautschuk enthaltender Füllstoff eine längere Härtungszeit erforderlich machen als die gleiche Zusammensetzung ohne Füllstoff. Treibmittel können in die erfindungsgemäßen härtbaren Zusammensetzungen inkorporiert werden. Unter diesen Umständen wird durch die Exposition der härtbaren Zusammensetzung gegenüber UV-Strahlung aufgrund des thermischen Abbaus des Treibmittels, der durch gleichzeitiges Erhitzen, das während der UV-Lichtexposition auftritt, eine zelluläre Struktur gebildet. Dieses Erhitzungsphänomen kann durch zusätzliche externe Wärmeapplikation augmentiert und kontrolliert werden. Typische Treibmittel, die eingesetzt werden können, schließen p,p'-Oxybisbenzensulfonylhydrazid, Azodicarbonamide, p-Toluensulfonylsemicarbazide, Dinitrosopentamethylentetramin ein. Als Alternative kann die UV-Härtungsreaktion auch mit Kühlen erreicht werden, so dass Härteten und Schäumen sequenziell anstelle simultan auftreten. Das heißt, dass die härtbare Zusammensetzung der UV-Strahlung mit Kühlung ausgesetzt und die gehärtete Zusammensetzung dann zur Herbeiführung des Schäumens durch einen Heißlufttunell geleitet wird. Geschlossene Zellstrukturen von niedrigem spezifischem Gewicht können anhand dieser Verfahren hergestellt werden. Strukturen mit spezifischen Gewichten von 0,3 g/cm³ können zum Beispiel erhalten werden.

[0036] Die erfindungsgemäßen härtbaren elastomeren Zusammensetzungen sind bei der Herstellung von allgemeinen Kautschukwaren und zur Drahtbeschichtung nützlich. Sie werden jedoch am vorteilhaftesten zur Herstellung von Abdichtungen und Dichtungen verwendet, die zur Abdichtung thermoplastischer Gegenstände, insbesondere den in Kraftfahrzeugapplikationen eingesetzten, verwendet werden.

[0037] Die Erfindung wird durch die folgenden spezifischen Ausführungsformen erläutert, worin alle Teile, sofern nicht anderweitig angegeben ist, Gewichtsteile sind.

BEISPIELE

BEISPIEL 1

[0038] Eine erfindungsgemäße härtbare elastomere Zusammensetzung wurde mittels Mischen auf einer Kautschukmühle von 92,5 Teilen eines Copolymers von Ethylen und Methylacrylat (Ethylengehalt 34 Gew.-%, Mooney-Viskosität ML (1 + 4) bei 100°C von 8), 7,5 Teilen Trimethylolpropantriacrylat, 0,75 Teilen Irgacure® 1800 Fotoinhibitor (einem Gemisch aus 75 Gew.-% 1-Hydroxycyclohexylphenylketon und 25 Gew.-% Bis(2,6-dimethoxybenzoyl)-2,4,4-trimethylphenylphosphinoxid, erhältlich von Ciba-Geigy, Ltd.) und 0,5 Teilen Naugard® 445 Antioxidans (4,4'-Di(α,α-dimethyl-benzyl)diphenylamin, erhältlich von Uniroyal, Inc.) hergestellt.

Ungehärtete Tafeln von 6 nun Dicke wurden durch Formen in einem mit Teflon®-Fluorpolymerharz beschichteten Formwerkzeug geformt. Die Tafeln wurden 1 bzw. 2 Minuten der UV-Strahlung aus einer Quecksilberlampe mittleren Drucks, die Strahlung einer Wellenlänge von 250–400 nm bei 80 Watt/cm emittierte, ausgesetzt. Der Abstand der Proben von der Lampe betrug 10 cm. Die gehärteten Proben wiesen die in Tabelle I ersichtlichen Eigenschaften auf.

TABELLE I

Expositionslänge (Minuten)	1	2
Härte, Shore A auf die Oberfläche gerichtete Quelle	46	50
Härte, Shore A, von der Oberfläche abgewendete Quelle	35	42

BEISPIEL 2

[0039] Eine erfindungsgemäße härtbare elastomere Zusammensetzung wurde mittels Mischen auf einer Kautschukmühle von 92,5 Teilen eines Acrylat-Kautschuks (Ethylacrylat-Homopolymer, Mooney-Viskosität ML (1 + 4) bei 100°C von 36, erhältlich von Nippon Zeon KK), 7,5 Teilen Trimethylolpropantriacrylat, 0,75 Teilen Irgacure® 1800 Fotoinhibitor (einem Gemisch aus 75 Gew.-% 1-Hydroxycyclohexylphenylketon und 25 Gew.-% Bis(2,6-dimethoxybenzoyl)-2,4,4-trimethylphenylphosphinoxid, erhältlich von Ciba-Geigy, Ltd.) und 0,5 Teilen Naugard® 445 Antioxidans (4,4'-Di(α,α-dimethyl-benzyl)diphenylamin, erhältlich von Uniroyal, Inc.) hergestellt. Ungehärtete Tafeln von 6 mm Dicke wurden durch Formen in einem mit Teflon®-Fluorpolymerharz beschichteten Formwerkzeug geformt. Die Tafeln wurden 1 bzw. 2 Minuten der UV-Strahlung aus einer Quecksilberlampe mittleren Drucks, die Strahlung einer Wellenlänge von 250–400 nm bei 80 Watt/cm emittierte, ausgesetzt. Härtung wurde bewirkt, wenn die Proben 10 cm von der Lampe entfernt gebracht wurden. Die gehärteten Proben wiesen die in Tabelle II ersichtlichen Eigenschaften auf.

TABELLE II

Expositionslänge (Minuten)	1	2
Härte, Shore A auf die Oberfläche gerichtete Quelle	34	45
Härte, Shore A, von der Oberfläche abgewendete Quelle	25	30

BEISPIEL 3

[0040] Eine erfindungsgemäße härtbare elastomere Zusammensetzung wurde mittels Mischen auf einer Kautschukmühle von 92,5 Teilen eines Copolymers von Ethylen und Vinylacetat (Ethylengehalt, 32 Gew.-%, Mooney-Viskosität ML (1 + 4) bei 100°C von 9), 7,5 Teilen Trimethylolpropantriacrylat, 0,75 Teilen Irgacure® 1800 Fotoinhibitor (einem Gemisch aus 75 Gew.-% 1-Hydroxycyclohexylphenylketon und 25 Gew.-% Bis(2,6-dimethoxybenzoyl)-2,4,4-trimethylphenylphosphinoxid, erhältlich von Ciba-Geigy, Ltd.) und 0,5 Teilen Naugard® 445 Antioxidans (4,4'-Di(α,α-dimethyl-benzyl)diphenylamin, erhältlich von Uniroyal, Inc.) hergestellt. Ungehärtete Tafeln von 6 mm Dicke wurden durch Formen in einem mit Teflon®-Fluorpolymerharz beschichteten Formwerkzeug geformt. Proben der Kautschukplatte wurden zwei Minuten der UV-Strahlung aus einer Quecksilberlampe mittleren Drucks, die Strahlung einer Wellenlänge von 250–400 nm bei 80 Watt/cm emittierte, ausgesetzt. Der Abstand der Proben von der Lampe während des Härtungsverfahrens betrug 10 cm. Die gehärteten Proben wiesen die in Tabelle III ersichtlichen Eigenschaften auf.

TABELLE III

Länge der Exposition (Minuten)	2
Härte, Shore A auf die Oberfläche gerichtete Quelle	45
Härte, Shore A, von der Oberfläche abgewendete Quelle	36

BEISPIEL 4

[0041] Drei erfindungsgemäße härtbare Zusammensetzungen, Proben 4A, 4B und 4C, wurden mittels Mischen auf einer Kautschukmühle von 85 Teilen eines Copolymers von Ethylen und Methylacrylat (Ethylengehalt 34 Gew.-%, Mooney-Viskosität ML (1 + 4) bei 100°C von 8) und den in Tabelle IV ersichtlichen Komponenten hergestellt. Ungehärtete Tafeln von 6 mm Dicke wurden durch Formen in einem mit Teflon®-Fluorpolymerharz beschichteten Formwerkzeug geformt. Die resultierenden Polymer-Tafeln wurden 4 Minuten der UV-Strahlung aus einer Quecksilberlampe mittleren Drucks, die Strahlung einer Wellenlänge von 300–400 nm bei einer Leistung 80 Watt/cm emittierte, ausgesetzt. Die Exposition der Proben erfolgte bei einem Abstand von 10 cm von der Lampe. Die Shore A-Härte der Oberfläche, die der Lampe ausgesetzt und die Oberfläche, die der Lampe abgewendet war, wurde für die 6 mm dicken Proben bestimmt. Außerdem wurde die Zusammendrückbarkeit der gehärteten Zusammensetzungen gemäß ISO 815 an Proben bestimmt, die aus den 6 mm dicken Tafeln ausgestanzt wurden. Die Ergebnisse sind in Tabelle IV ersichtlich.

TABELLE IV

<u>Probenzusammensetzung</u>	<u>4A</u>	<u>4B</u>	<u>4C</u>
Polymer (Teile)	85	85	85
Trimethylolpropantriacrylat	15	-	-
Trimethylolpropantrimethacrylat	-	15	-
Diethyleneglycoldimethacrylat	-	-	15
Naugard 445 Antioxidans	0,5	0,5	0,5
Irgacure® 1800 Fotoinitiator	1	1	1
<u>Physikalische Eigenschaften</u>			
Härte, Shore A (Punkte) der Strahlung ausgesetzte Oberfläche	69	68	65
Härte, Shore A (Punkte) von der Oberfläche abgewendete Quelle	61	59	55
Zusammendrückbarkeit (%) 22 Stunden bei 150 °C, 25%ige Biegung	25	30	90

BEISPIEL 5 UND VERGLEICHSBEISPIEL A

[0042] Drei erfindungsgemäße härtbare Zusammensetzungen, Proben 5A, 5B und 5C, wurden mittels Mischen auf einer Kautschukmühle von 100 Teilen eines Copolymers von Ethylen und Methylacrylat (Ethylengehalt 34 Gew.-%, Mooney-Viskosität ML (1 + 4) bei 100°C von 8) und den in Tabelle V ersichtlichen Komponenten hergestellt. Ungehärtete Tafeln von 6 mm Dicke wurden durch Formen in einem mit Teflon®-Fluorpolymerharz beschichteten Formwerkzeug geformt. Die resultierenden Polymere wurden 2 Minuten der UV-Strahlung aus einer Quecksilberlampe mittleren Drucks, die Strahlung einer Wellenlänge von 250–400 nm bei einer Leistung 80 Watt/cm emittierte, ausgesetzt. Der Abstand der Proben von der Lampe betrug während des Härtungsverfahrens 10 cm. Die Shore A-Härte der Oberfläche der 6 mm dicken Tafeln, die der Lampe ausgesetzt und die Oberfläche, die der Lampe abgewendet war, wurde bestimmt. Außerdem wurde die Zusammendrückbarkeit der gehärteten Zusammensetzungen gemäß ISO 815 an Proben bestimmt, die aus den 6 mm dicken Tafeln ausgestanzt wurden. Zugfestigkeit, Modul und Dehnung beim Reißen wurden gemäß ISO 37 T2 an 2 mm dicken Proben gemessen. Die Ergebnisse sind in Tabelle V ersichtlich. Zum Zweck des Vergleichs wurde eine Zusammensetzung hergestellt, die ein Peroxid-Härtungssystem enthielt. Diese Zusammensetzung wurde auch auf die gleiche Weise wie Proben 5A–5C hergestellt. Die Komponenten der Zusammensetzung, die als Probe A gekennzeichnet sind, sind in Tabelle V ersichtlich. Probe A wurde 4 Minuten bei 180°C pressgehärtet, und die physikalischen Eigenschaften der gehärteten Zusammensetzung wurden auf die gleiche Weise wie die von Proben 5A–5C bestimmt. Das Formpressen der Kontrollprobe resultierte in der Bildung von Blasen in der Probe, und die physikalischen Eigenschaften der Probe waren deshalb schwierig zu bestimmen.

TABELLE V

<u>Probenzusammensetzung¹</u>	<u>5A</u>	<u>5B</u>	<u>5C</u>	<u>A</u>
Polymer	88	92,5	95	100
Trimethylolpropantriacrylat	10	7,5	5	-
Irgacure® 1800 Fotoinitiator	0,75	0,75	0,75	-
N,N'-m-Phenyldimaleimid	-	-	-	2
Peroxid ²	-	-	-	5
Naugard® 445 Antioxidans	0,5	0,5	0,5	0,5
<u>Physikalische Eigenschaften</u>				
Zeit der UV-Lichtexposition (Minuten)	2	2	2	-
Presshärtung bei 160 °C (Minuten)	-	-	-	30
Härte, Shore A (Punkte) der Strahlung ausgesetzte Oberfläche	59	50	42	30
Härte, Shore A (Punkte) von der Oberfläche abgewandte Quelle	56	42	38	-
T _B (MPa) ³	4,7	3,8	2,7	1,1
M ₁₀₀ (MPa) ⁴	2,2	1,2	0,6	0,5
M ₂₀₀ (MPa) ⁵	4,1	2,6	0,9	0,8
E _B (%) ⁶	250	317	450	250
Zusammendrückbarkeit (%) 168 Stunden, 150 °C, 25%ige Biegung	25	33	38	85

¹In Gewichtsteilen²Bis(t-butylperoxy)diisopropylbenzen (40% auf einer inerten Unterlage)³Reißfestigkeit⁴Zugfestigkeit bei einer Dehnung von 100⁵Zugfestigkeit bei einer Dehnung von 200%⁶beim Reißen

BEISPIEL 6

[0043] Eine erfindungsgemäße härtbare elastomere Zusammensetzung, Probe 6, wurde mittels Mischen auf einer Kautschukmühle von 88 Teilen eines Copolymers von Ethylen und Methylacrylat (Ethylengehalt 34 Gew.-%, Mooney-Viskosität ML (1 + 4) bei 100°C von 8), 12 Teilen Trimethylolpropantriacrylat, 0,75 Teilen Irgacure® 1800 Fotoinitiator (einem Gemisch aus 75 Gew.-% 1-Hydroxycyclohexylphenylketon und 25 Gew.-% Bis(2,6-dimethoxybenzoyl)-2,4,4-trimethylphenylphosphinoxid, erhältlich von Ciba-Geigy, Ltd.) und 0,5 Teilen Naugard® 445 Antioxidans (4,4'-Di(α,α-dimethylbenzyl)-diphenylamin, erhältlich von Uniroyal, Inc.) hergestellt. Ungehärtete Tafeln von 6 mm Dicke und 2 mm Dicke wurden durch Formen in einem mit Teflon®-Fluorpolymerharz beschichteten Formwerkzeug geformt. Die Proben von sowohl den 2 mm dicken als auch 6 mm dicken Tafeln wurden 240 Sekunden der UV-Strahlung aus einer Quecksilberlampe mittleren Drucks, die Strahlung einer Wellenlänge von 300–400 nm bei 80 Watt/cm emittierte, ausgesetzt. Der Abstand der Proben von der Lampe während des Härtungsverfahrens betrug 10 cm. Die gehärteten Proben wiesen die in Tabelle VI ersichtliche Härte- und Zusammendrückbarkeitseigenschaften auf. Die Testproben der gehärteten Zusammensetzung wurden aus den 6 mm dicken Tafeln ausgestanzt und zum Zusammendrückbarkeitstesten verwendet. Proben zum Testen der Zugfestigkeit, des Moduls und der Dehnung wurden aus den 2 mm dicken Tafeln ausgestanzt. Die physikalischen Eigenschaften sind in Tabelle VI ersichtlich.

TABELLE VI

<u>Zusammensetzung (PHR)</u>	<u>Probe 6</u>
Polymer	88
Naugard® 445 Antioxidans	0,5
Trimethylolpropantriacrylat	12
Irgacure® 1800 Fotoinitiator	0,75
<u>Härte, Shore A (6 mm dicke Proben)</u>	
der Strahlung ausgesetzte Oberfläche (Punkte)	63
von der Oberfläche abgewendete Quelle (Punkte)	56
<u>Zusammendrückbarkeit (%) 25%ige Biegung</u>	
Nach 170 Stunden in Luft bei 150 °C	24
Nach 500 Stunden in Luft bei 150 °C	35
Nach 1000 Stunden in Luft bei 150 °C	48
Nach 170 Stunden in Motorenöl bei 150 °C	11
Nach 500 Stunden in Motorenöl bei 150 °C	24
Nach 1000 Stunden in Motorenöl bei 150 °C	45
<u>Physikalische Eigenschaften (2 mm dicke Proben, Raumtemperatur)</u>	
T _B (MPa)	7,9
M ₁₀₀ (MPa)	4,0
E _B (%)	366
Härte, Shore A (Punkte)	60
<u>Physikalische Eigenschaften (2 mm dicke Proben, gealtert bei 150 °C für 1000 Stunden in Luft)</u>	
T _B (MPa)	7,2
M ₁₀₀ (MPa)	4,3
E _B (%)	337
<u>Härte, Shore A (Punkte)</u>	63
<u>Physikalische Eigenschaften (2 mm dicke Proben, gealtert bei 150 °C für 1000 Stunden in Motorenöl¹⁾</u>	
T _B (MPa)	7,3
M ₁₀₀ (MPa)	4,9
E _B (%)	196
Härte, Shore A (Punkte)	57

¹⁾Shell Helix Plus® 10W/40

BEISPIEL 7

[0044] Eine erfindungsgemäße härtbare elastomere Zusammensetzung, Probe 7, wurde mittels Mischen auf einer Kautschukmühle von 88 Teilen eines Copolymers von Ethylen und Methylacrylat (Ethylengehalt 34 Gew.-%, Mooney-Viskosität ML (1 + 4) bei 100°C von 8), 12 Teilen Trimethylolpropantriacrylat, 0,75 Teilen Irgacure® 1800 Fotoinitiator (einem Gemisch aus 75 Gew.-% 1-Hydroxycyclohexylphenylketon und 25 Gew.-% Bis(2,6-dimethoxybenzoyl)-2,4,4-trimethylphenylphosphinoxid, erhältlich von Ciba-Geigy, Ltd.) und 0,5 Teilen Naugard® 445 Antioxidans (4,4'-Di(α,α-dimethylbenzyl)-diphenylamin, erhältlich von Uniroyal, Inc.) hergestellt. Die Zusammensetzung wurde in eine 20 Liter fassende Stahltrömmel-Schmelzvorrichtung eingeleitet. Der bei einer Temperatur von 140°C aufrechterhaltene Kolben erhitzte und machte die Zusammensetzung weich, während sie bei einem Druck von 3,5 bar einer Zahnpumpe zugeführt wurde, die kontinuierlich einen Strom an eine volumetrische Applikationspistole speiste, die an einen industriellen Roboter montiert war. Die Zusammensetzung wurde während einer Zeitdauer von weniger als 15 Sekunden auf die Rille einer thermoplastischen Kraftfahrzeugmotorenhaube aufgebracht. Die Rille wies eine Gesamtlänge von ca. 1,2 m auf. Die Haube wurde unter eine Quecksilberlampe mittleren Drucks mit einer Wellenlänge von 250–400 nm und einer Nennleistung von 100 W/cm transportiert. Die Lampe befand sich ca. 15 cm von der Oberfläche der härtbaren Zusammensetzung entfernt. Die Exposition betrug ca. 40 Sekunden. Die Zusammensetzung war ausreichend gehärtet, um eine Shore A-Härte von 55–60 aufzuweisen.

BEISPIEL 8

[0045] Eine erfindungsgemäße härtbare elastomere Zusammensetzung wurde mittels Mischen auf einer Kautschukmühle von 92,5 Teilen eines Copolymers von Butadien und Acrylnitril (Acrylnitrilgehalt 41 Gew.-%, Mooney-Viskosität ML (1 + 4) bei 100°C von 80), 7,5 Teilen Trimethylolpropantriacrylat, 0,75 Teilen Irgacure® 1800 Fotoinitiator (einem Gemisch aus 75 Gew.-% 1-Hydroxycyclohexylphenylketon und 25 Gew.-% Bis(2,6-dimethoxybenzoyl)-2,4,4-trimethylphenylphosphinoxid, erhältlich von Ciba-Geigy, Ltd.) und 0,5 Teilen Naugard® 445 Antioxidans (4,4'-Di(α,α-dimethylbenzyl)-diphenylamin, erhältlich von Uniroyal, Inc.) hergestellt. Ungehärtete Tafeln mit einer Dicke von 2 mm und 6 mm wurden durch Formpressen in einem mit Teflon®-Fluoropolymerharz beschichteten Formwerkzeug geformt. Die sich ergebenden Tafeln von 2 mm und 6 mm wurden zwei Minuten der UV-Strahlung aus einer Quecksilberlampe mittleren Drucks (80 W/cm), die Strahlung einer Wellenlänge von 250–400 nm bei einem Abstand von 10 cm von der Lampe emittierte, ausgesetzt. Die Shore A-Härte der Oberfläche, die der Lampe ausgesetzt war und der Oberfläche, die von der Lampe abgewendet war, der 6 mm dicken Tafeln, wurde bestimmt. Zugfestigkeit, Modul und Dehnung beim Reißen der aus der 2 mm dicken Tafel ausgestanzten gehärteten Zusammensetzungen wurden gemäß ISO 37 T2 bestimmt. Die Ergebnisse sind in Tabelle VII ersichtlich.

TABELLE VII

<u>Zusammensetzung (PHR)</u>	<u>Probe 8</u>
Polymer	92,5
Naugard® 445 Antioxidans	0,5
Trimethylolpropantriacrylat	7,5
Irgacure® 1800 Fotoinitiator	0,75
<u>Härte, Shore A (6 mm dicke Proben)</u>	
der Strahlung ausgesetzte Oberfläche	49
von der Oberfläche abgewendete Quelle (Punkte)	39
<u>Physikalische Eigenschaften (2 mm dicke Proben)</u>	
T _B (MPa)	1,7
M ₁₀₀ (MPa)	1,1
E _B (%)	174

BEISPIEL 9

[0046] Eine erfindungsgemäße härtbare elastomere Zusammensetzung wurde mittels Mischen auf einer Kautschukmühle von 92,5 Teilen eines hydrierten Copolymers von Butadien und Acrylnitril (Acrylnitrilgehalt 33,5 Gew.-%, Mooney-Viskosität ML (1 + 4) bei 100°C von 70; Doppelbindungsgehalt weniger als 1%), 7,5 Teilen Trimethylolpropantriacrylat, 0,75 Teilen Irgacure® 1800 Fotoinitiator (einem Gemisch aus 75 Gew.-% 1-Hydroxycyclohexylphenylketon und 25 Gew.-% Bis(2,6-dimethoxybenzoyl)-2,4,4-trimethylphenylphosphinoxid, erhältlich von Ciba-Geigy, Ltd.) und 0,5 Teilen Naugard® 445 Antioxidans (4,4'-Di(α,α-dimethylbenzyl)-diphenylamin, erhältlich von Uniroyal, Inc.) hergestellt. Ungehärtete Tafeln mit einer Dicke von 2 mm und 6 mm wurden durch Formpressen in einem mit Teflon®-Fluoropolymerharz beschichteten Formwerkzeug geformt. Die sich ergebenden Tafeln von 2 mm und 6 mm wurden zwei Minuten der UV-Strahlung aus einer Quecksilberlampe mittleren Drucks, die Strahlung einer Wellenlänge von 250–400 nm bei einem Abstand von 10 cm von der Lampe emittierte, ausgesetzt. Die Shore A-Härte der Oberfläche, die der Lampe ausgesetzt war und der Oberfläche, die von der Lampe abgewendet war, der 6 mm dicken Tafeln, wurde bestimmt. Zugfestigkeit, Modul und Dehnung beim Reißen der aus der 2 mm dicken Tafel ausgestanzten gehärteten Zusammensetzungen wurden gemäß ISO 37 T2 bestimmt. Die Ergebnisse sind in Tabelle VIII ersichtlich.

TABELLE VIII

<u>Zusammensetzung (PHR)</u>	<u>Probe 9</u>
Polymer	92,5
Naugard® 455 Antioxidans	0,5
Trimethylolpropantriacylat	7,5
Irgacure® 1800 Fotoinitiator	0,75
<u>Härte, Shore A (6 mm dicke Proben)</u>	
der Strahlung ausgesetzte Oberfläche	53
von der Oberfläche abgewendete Quelle (Punkte)	39
<u>Physikalische Eigenschaften (2 mm dicke Proben)</u>	
T _B (MPa)	5,8
M ₁₀₀ (MPa)	1,2
E _B (%)	516

BEISPIEL 10

[0047] Eine erfindungsgemäße härtbare elastomere Zusammensetzung wurde mittels Mischen auf einer Kautschukmühle von 92,5 Teilen Therban® XN 535C (ein hydriertes Terpolymer von Butadien, Acrylnitril und einem Termonomer, erhältlich von der Bayer AG), 7,5 Teilen Trimethylolpropantriacylat, 0,75 Teilen Irgacure® 1800 Fotoinitiator (einem Gemisch aus 75 Gew.-% 1-Hydroxycyclohexylphenylketon und 25 Gew.-% Bis(2,6-dimethoxybenzoyl)-2,4,4-trimethylphenylphosphinoxid, erhältlich von Ciba-Geigy, Ltd.) und 0,5 Teilen Naugard® 445 Antioxidans (4,4'-Di(a,a-dimethylbenzyl)-diphenylamin, erhältlich von Uniroyal, Inc.) hergestellt. Ungehärtete Tafeln mit einer Dicke von 2 mm und 6 mm wurden durch Formpressen in einem mit Teflon®-Fluoropolymerharz beschichteten Formwerkzeug geformt. Die sich ergebenden Tafeln von 2 mm und 6 mm wurden zwei Minuten der UV-Strahlung aus einer Quecksilberlampe mittleren Drucks (80 W/cm), die Strahlung einer Wellenlänge von 250–400 nm bei einem Abstand von 10 cm von der Lampe emittierte, ausgesetzt. Die Shore A-Härte der Oberfläche, die der Lampe ausgesetzt war und die Oberfläche, die der Lampe abgewendet war, der 6 mm dicken Tafeln, wurde bestimmt. Zugfestigkeit, Modul und Dehnung beim Reißen der aus der 2 mm dicken Tafel ausgestanzten gehärteten Zusammensetzungen wurden gemäß ISO 37 T2 bestimmt. Die Ergebnisse sind in Tabelle IX ersichtlich.

TABELLE IX

<u>Zusammensetzung (PHR)</u>	<u>Probe 10</u>
Polymer	92,5
Naugard® 445 Antioxidans	0,5
Trimethylolpropantriacylat	7,5
Irgacure® 1800 Fotoinitiator	0,75
<u>Härte, Shore A (6 mm dicke Proben)</u>	
der Strahlung ausgesetzte Oberfläche	42
von der Oberfläche abgewendete Quelle (Punkte)	36
<u>Physikalische Eigenschaften (2 mm dicke Proben)</u>	
T _B (MPa)	4,6
M ₁₀₀ (MPa)	1,1
E _B (%)	351

BEISPIEL 11

[0048] Eine erfindungsgemäße härtbare elastomere Zusammensetzung, Probe 11A, wurde mittels Mischen auf einer Kautschukmühle von 92,5 Teilen eines Copolymers von Ethylen und Methylacrylat (Ethylengehalt 34 Gew.-%, Mooney-Viskosität ML (1 + 4) bei 100°C von 8), 7,5 Teilen Pentaerythritoltetraacrylat (Sartomer 295,

erhältlich von Sartomer, Inc.), 0,75 Teilen Irgacure® 1800 Fotoinitiator (einem Gemisch aus 75 Gew.-% 1-Hydroxycyclohexylphenylketon und 25 Gew.-% Bis(2,6-dimethoxybenzoyl)-2,4,4-trimethylphenylphosphinoxid, erhältlich von Ciba-Geigy, Ltd.) und 0,5 Teilen Naugard® 445 Antioxidans (4,4'-Di(α,α-dimethylbenzyl)-diphenylamin, erhältlich von Uniroyal, Inc.) hergestellt. Ungehärtete Tafeln mit einer Dicke von 6 mm und 2 mm wurden durch Formpressen in einem mit Teflon®-Fluorpolymerharz beschichteten Formwerkzeug geformt. Proben von den 2 mm dicken Tafeln wurden 120 Sekunden der UV-Strahlung aus einer Quecksilberlampe mittleren Drucks (80 W/cm), die Strahlung einer Wellenlänge von größer als 250 nm emittierte, ausgesetzt. Proben von den 6 mm dicken Tafeln wurden auf ähnliche Weise 240 Sekunden exponiert. Der Abstand der Proben von der Lampe während des Härtungsverfahrens betrug 10 cm. Die gehärteten Proben wiesen die in Tabelle X ersichtlichen Härte- und Zusammendrückbarkeitseigenschaften auf. Die Testproben der gehärteten Zusammensetzung wurden aus den 6 nun dicken Tafeln ausgestanzt und zum Zusammendruckbarkeitstesten verwendet. Proben zum Testen von Zugfestigkeit, Modul und der Dehnung wurden aus den 2 mm dicken Tafeln ausgestanzt. Die physikalischen Eigenschaften sind in Tabelle X ersichtlich. Proben 11B, C und D wurden unter Verwendung der in Tabelle X ersichtlichen Bestandteile ähnlich hergestellt. Die Testergebnisse für Proben 11B–D sind auch in Tabelle X ersichtlich.

TABELLE X

<u>Zusammensetzung (PHR)</u>	<u>11A</u>	<u>11B</u>	<u>11C</u>	<u>11D</u>
Polymer	92,5	92,5	92,5	92,5
Pentaerythritoltetraacrylat ¹	7,5	5		
Pentaerythritolpentaacrylat ²			7,5	5
Naugard® 445 Antioxidans	0,5	0,5	0,5	0,5
Irgacure® 1800 Fotoinitiator	0,75	0,75	0,75	0,75
<u>Härte, Shore A (6 mm dicke Proben)</u>				
der Strahlung ausgesetzte Oberfläche (Punkte)	52	39	52	44
von der Oberfläche abgewendete Quelle (Punkte)	45	37	46	39
<u>Zusammendrückbarkeit (%) 168 Stunden bei 150 °C in Luft</u>	30	39	32	39
<u>Physikalische Eigenschaften (2 mm dicke Proben)³</u>				
M ₁₀₀ (MPa)	1,6	0,6	1,7	0,8
T _B (MPa)	4,3	2,7	3,9	3,3
E _B (%)	236	383	200	332
Härte, Shore A, der Strahlung exponierte Oberfläche (Punkte)	50	40	50	43

¹Sartomer 295 (Pentaerythritoltetraacrylat), erhältlich von Sartomer, Inc.

²Sartomer 399 (Dipentaerythritolpentaacrylat), erhältlich von Sartomer, Inc.

³Spannungs-/Dehnungseigenschaften, die gemäß ISO 37-T2 bei Raumtemperatur gemessen wurden

BEISPIEL 12

[0049] Eine erfindungsgemäße härtbare elastomere Zusammensetzung, Probe 12A, wurde mittels Mischen auf einer Kautschukmühle von 92,5 Teilen Therban® A 4307 Kautschuk (einem hydrierten Copolymer von Butadien und Acrylnitril, erhältlich von Bayer AG), 7,5 Teilen Trimethylolpropantriacrylat, 0,75 Teilen Irgacure® 1800 Fotoinitiator (einem Gemisch aus 75 Gew.-% 1-Hydroxycyclohexylphenylketon und 25 Gew.-% Bis(2,6-dimethoxybenzoyl)-2,4,4-trimethylphenylphosphinoxid, erhältlich von Ciba-Geigy, Ltd.) und 0,5 Teilen Naugard® 445 Antioxidans (4,4'-Di(α,α-dimethylbenzyl)-diphenylamin, erhältlich von Uniroyal, Inc.) hergestellt. Ungehärtete Tafeln mit einer Dicke von 2 mm wurden durch Formpressen in einem mit Teflon®-Fluorpolymerharz beschichteten Formwerkzeug geformt. Die sich ergebenden Tafeln von 2 mm wurden vier Minuten der UV-Strahlung aus einer Quecksilberlampe mittleren Drucks (80 W/cm), die Strahlung einer Wellenlänge von größer als 250 nm bei einem Abstand von 10 cm von der Lampe emittierte, ausgesetzt. Die Shore A-Härte, Zugfestigkeit, Modul und Dehnung beim Reißen der aus der 2 mm dicken Tafel ausgestanzten gehärteten Zusammensetzungen wurden gemäß ISO 37 T2 bestimmt. Die Ergebnisse sind in Tabelle XI ersichtlich. Zwei weitere erfindungsgemäße Zusammensetzungen, Proben 12B und 12C, wurden unter Verwendung des Anteils der in Tabelle XI ersichtlichen Komponenten auf ähnliche Weise hergestellt. Die Testproben wurden wie für Probe 12A beschrieben hergestellt, und die Ergebnisse sind in Tabelle XI ersichtlich.

TABELLE XI

<u>Zusammensetzung</u> (PHR)	<u>Probe 12A</u>	<u>Probe 12B</u>	<u>Probe 12C</u>
Polymer	92,5	92,5	92,5
Naugard® 445 Antioxidans	0,5	0,5	0,5
Trimethylolpropantriacrylat	7,5	7,5	7,5
Irgacure® 1800 Fotoinitiator	0,75	1,2	2
<u>Physikalische Eigenschaften</u> (2 mm dicke Proben)			
T _B (MPa)	8,5	6,5	7
M ₁₀₀ (MPa)	1,5	1,2	1,3
E _B (%)	490	420	420
Härte, Shore A der Strahlung ausgesetzte Oberfläche (Punkte)	58	58	58
<u>Zusammendrückbarkeit (%)</u> 168 Stunden bei 150 °C in Luft	75	62	58

BEISPIEL 13

[0050] Eine erfindungsgemäße härtbare elastomere Zusammensetzung, Probe 13, wurde weitgehend auf die gleiche Weise und unter Verwendung der gleichen Komponenten wie Probe 12B hergestellt, außer dass 92,5 Teile Therban® Kautschuk A 4367 (ein hydriertes Copolymer von Butadien und Acrylnitril, erhältlich von Bayer AG; Acrylnitrilgehalt 43 Gew.-%; Mooney-Viskosität ML (1 + 4) bei 100°C von 70; Doppelbindungsgehalt 5,5%) anstelle von Therban® A 4307 als die Polymer-Komponente verwendet wurde. Ungehärtete Tafeln mit einer Dicke von 2 mm wurden durch Formpressen in einem mit Teflon®-Fluorpolymerharz beschichteten Formwerkzeug geformt. Die sich ergebenden Tafeln von 2 mm wurden vier Minuten der UV-Strahlung aus einer Quecksilberlampe mittleren Drucks (80 W/cm), die Strahlung einer Wellenlänge von größer als 250 nm bei einem Abstand von 10 cm aus der Lampe emittierte, ausgesetzt. Zugfestigkeit, Modul und Dehnung beim Reißen der aus der 2 mm dicken Tafel ausgestanzten gehärteten Zusammensetzungen wurden gemäß ISO 37 T2 bei Raumtemperatur bestimmt. Die Ergebnisse sind in Tabelle XII ersichtlich. Die Testproben wurden wie für Probe 12A beschrieben hergestellt, und die Ergebnisse sind in Tabelle XII ersichtlich.

TABELLE XII

<u>Zusammensetzung</u> (PHR)	<u>Probe 12B</u>	<u>Probe 13</u>
Therban® A 4307 Kautschuk	92,5	
Therban® A 4367 Kautschuk		92,5
Naugard® 445 Antioxidans	0,5	0,5
Trimethylolpropantriacrylat	7,5	7,5
Irgacure® 1800 Fotoinitiator	1,2	1,2
<u>Physikalische Eigenschaften</u> (2 mm dicke Proben)		
T _B (MPa)	6,5	5,7
M ₁₀₀ (MPa)	1,2	1,6
E _B (%)	420	320
Härte, Shore A, der Strahlung ausgesetzte Oberfläche (Punkte)	58	59
<u>Zusammendrückbarkeit (%)</u> 168 Stunden bei 150 °C in Luft	62	53

BEISPIEL 14

[0051] Eine erfindungsgemäße härtbare elastomere Zusammensetzung, Probe 14A, wurde mittels Mischen auf einer Kautschukmühle von 92,5 Teilen Elvaloy® 742 Harzmodifiziermittel (einem Copolymer von Ethylen, Vinylacetat und Kohlenmonoxid, enthaltend 28,5 Gew.-% Vinylacetat-Einheiten und 9 Gew.-% Kohlenmonoxid-Einheiten, aufweisend einen Schmelzindex von 35 g/10 Minuten, erhältlich von E. I. du Pont de Nemours and Co.), 7,5 Teilen Trimethylolpropantriacrylat und 0,75 Teilen Irgacure® 1800 Fotoinitiator (einem Gemisch

aus 75 Gew.-% 1-Hydroxycyclohexylphenylketon und 25 Gew.-% Bis(2,6-dimethoxybenzoyl)-2,4,4-trimethylphenylphosphinoxid, erhältlich von Ciba-Geigy, Ltd.) hergestellt. Ungehärtete Tafeln mit einer Dicke von 2 mm wurden durch Formpressen in einem mit Teflon®-Fluorpolymerharz beschichteten Formwerkzeug geformt. Die sich ergebenden Tafeln von 2 mm wurden zwei Minuten der UV-Strahlung aus einer Quecksilberlampe mittleren Drucks (80 W/cm), die Strahlung einer Wellenlänge von größer als 250 nm bei einem Abstand von 10 cm von der Lampe emittierte, ausgesetzt. Die Shore A-Härte der Oberfläche, die der Lampe ausgesetzt war und die von der Lampe abgewendete Oberfläche wurde bestimmt. Zugfestigkeit, Modul und Dehnung beim Reißen der aus der 2 mm dicken Tafel ausgestanzten gehärteten Zusammensetzungen wurden gemäß ISO 37 T2 bestimmt. Die Ergebnisse sind in Tabelle XIII ersichtlich. Außerdem wurden Proben 14B und 14C hergestellt und auf ähnliche Weise getestet. Probe 14B enthielt Elvaloy® HP 661 Harzmodifiziermittel (ein Copolymer von Ethylen, Butylacrylat und Kohlenmonoxid, enthaltend 29 Gew.-% Butylacrylat-Einheiten und 10 Gew.-% Kohlenmonoxid-Einheiten, aufweisend einen Schmelzindex von 12 g/10 Minuten, das von E. I. du Pont de Nemours and Co. erhältlich ist) als die polymere Komponente. Probe 14C enthielt Elvaloy® AS Harzmodifiziermittel (ein Copolymer von Ethylen, n-Butylacrylat und Glycidylmethacrylat, enthaltend 28 Gew.-% n-Butylacrylat-Einheiten und 5,25 Gew.-% Glycidylmethacrylateinheiten, aufweisend einen Schmelzindex von 12 g/10 Minuten, das von E. I. du Pont de Nemours and Co. erhältlich ist) als die polymere Komponente. Die physikalischen Testergebnisse sind in Tabelle XIII ersichtlich.

TABELLE XIII

<u>Zusammensetzung</u>	<u>14A</u>	<u>14B</u>	<u>14C</u>
Elvaloy® 742 Harzmodifiziermittel	92,5		
Elvaloy® HP 661 Harzmodifiziermittel		92,5	
Elvaloy® AS Harzmodifiziermittel			92,5
Trimethylolpropantriacrylat	7,5	7,5	7,5
Irgacure® 1800 Fotoinitiator	0,75	0,75	0,75
<u>Härte, Shore A (2 mm dicke Proben)</u>			
Ungehärtete Härte (Punkte)	58	64	65
der Strahlung ausgesetzte Oberfläche (Punkte)	68	68	72
von der Oberfläche abgewendete Quelle (Punkte)	66	67	71
<u>Physikalische Eigenschaften (2 mm dicke Proben)</u>			
T _B (MPa)	9,6	7,8	9,9
M ₁₀₀ (MPa)	3,9	3,1	3,1
E _B (%)	350	420	600
<u>Zusammendrückbarkeit, 70 Stunden bei 125 °C</u>	42	28	32

BEISPIEL 15

[0052] Eine erfindungsgemäße härtbare elastomere Zusammensetzung wurde mittels Mischen auf einer Kautschukmühle von 90,3 Teilen eines Copolymers von Ethylen und Methylacrylat (Ethylengehalt 34 Gew.-%, Mooney-Viskosität ML (1 + 4) bei 100°C von 8), 8,46 Teilen Trimethylolpropantriacrylat, 0,75 Teilen Irgacure® 1800 Fotoinitiator (einem Gemisch aus 75 Gew.-% 1-Hydroxycyclohexylphenylketon und 25 Gew.-% Bis(2,6-dimethoxybenzoyl)-2,4,4-trimethylphenylphosphinoxid, erhältlich von Ciba-Geigy, Ltd.) und 0,49 Teilen Naugard® 445 Antioxidans (4,4'-Di(α,α-dimethylbenzyl)-diphenylamin, erhältlich von Uniroyal, Inc.) und 5 Teilen Celogen® OT Treibmittel (p,p'-Oxybis(benzensulfonylhydrazid), erhältlich von Uniroyal, Inc.) hergestellt. Ungehärtete Tafeln mit einer Dicke von 2 mm wurden durch Formpressen in einem mit Teflon®-Fluorpolymerharz beschichteten Formwerkzeug geformt. Die Tafeln wurden 4 Minuten der UV-Strahlung aus einer Quecksilberlampe mittleren Drucks (80 W/cm), die Strahlung einer Wellenlänge von größer als 250 nm emittierte, ausgesetzt. Der Abstand der Proben von der Lampe betrug 10–15 cm. Die Temperatur der gehärteten Proben bei Abschluss der UV-Exposition betrug 140°C–150°C. Es wurde ein Schaum mit einer geschlossenen Zellstruktur mit integraler Haut mit einem spezifischen Gewicht bis zu 0,3 g/cm gebildet.

Patentansprüche

1. Thermisch stabile, härtbare Elastomer-Zusammensetzung umfassend:
 - a) 80 bis 95 Gew.-% eines Elastomers, das aus der Gruppe ausgewählt ist, bestehend aus

i) Copolymeren, umfassend Ethylen und ein Comonomer, ausgewählt aus der Gruppe, die aus C₁-C₈-Alkylestern von Acrylsäure, C₁-C₈-Alkylestern von Methacrylsäure und Vinylestern von C₂-C₈-Carbonsäuren besteht;
ii) Alkylacrylat-Polymeren, ausgewählt aus der Gruppe, die aus Homopolymeren aus C₁-C₁₀-Alkylacrylaten und Copolymeren aus C₁-C₁₀-Alkylacrylaten mit bis zu 40 Gew.-% Monovinyl-Monomeren besteht und
iii) Dien-Copolymeren, ausgewählt aus der Gruppe, die aus Copolymeren aus einem Dien und einem ungesättigten Nitrit und hydrierten Copolymeren aus einem Dien und einem ungesättigten Nitrit besteht;
b) mindestens 2 Gew.-% eines multifunktionellen Vernetzungsmittels, ausgewählt aus der Gruppe, die aus multifunktionellen Acryl-Vernetzungsmitteln und multifunktionellen Methacryl-Vernetzungsmitteln besteht und
c) 0,2 bis 5,0 Gew.-% eines UV-Initiators,
worin die Gewichtsprozente von jeder der Komponenten a), b) und c) auf das kombinierte Gewicht von Komponenten a), b) und c) bezogen sind.

2. Zusammensetzung nach Anspruch 1, worin das Elastomer ein Copolymer ist, umfassend Ethylen und ein Comonomer, ausgewählt aus der Gruppe, die aus C₁-C₈-Alkylestern von Acrylsäure und Vinylestern von C₂-C₈-Carbonsäuren besteht.

3. Zusammensetzung nach Anspruch 2, worin das Elastomer ein Copolymer aus Ethylen und einem C₁-C₈-Alkylester von Acrylsäure ist.

4. Zusammensetzung nach Anspruch 3, worin das Elastomer ein Copolymer aus Ethylen und Methylacrylat ist.

5. Zusammensetzung nach Anspruch 2, worin das Elastomer ein Copolymer aus Ethylen und einem Vinylester einer C₂-C₈-Carbonsäure ist.

6. Zusammensetzung nach Anspruch 5, worin das Elastomer Ethylenvinylacetat ist.

7. Zusammensetzung nach Anspruch 1, worin das Elastomer ein Copolymer ist, umfassend

a) Ethylen;
b) ein Comonomer, ausgewählt aus der Gruppe, die aus C₁-C₈-Alkylestern von Acrylsäure, C₁-C₈-Alkylestern von Methacrylsäure und Vinylestern von C₂-C₈-Carbonsäuren besteht und
c) ein Comonomer, ausgewählt aus der Gruppe, die aus Carbonsäuren aus 3 – 12 Kohlenstoffatomen besteht, ausgewählt aus der Gruppe, die aus α,β-ungesättigten Monocarbonsäuren, α,β-ungesättigten Dicarbonsäuren und Monoestern von α,β-ungesättigten Dicarbonsäuren besteht.

8. Zusammensetzung nach Anspruch 7, worin das Comonomer von b) aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus C₁-C₈-Alkylestern von Acrylsäure und Vinylestern von C₂-C₈-Carbonsäuren besteht.

9. Zusammensetzung nach Anspruch 7, worin Komponente c) ein Monoester einer α,β-ungesättigten Dicarbonsäure ist.

10. Zusammensetzung nach Anspruch 1, worin das Elastomer ein Homopolymer aus einem C₁-C₁₀-Alkylacrylat ist.

11. Zusammensetzung nach Anspruch 1, worin das Elastomer ein Copolymer aus einem C₁-C₁₀-Alkylacrylat mit bis zu 40 Gew.-% Monovinylmonomer ist.

12. Zusammensetzung nach Anspruch 1, worin das Elastomer ein Copolymer aus einem Dien und einem ungesättigten Nitril ist.

13. Zusammensetzung nach Anspruch 1, worin das multifunktionelle Vernetzungsmittel ein multifunktionelles Acrylat ist.

14. Zusammensetzung nach Anspruch 1, worin das multifunktionelle Vernetzungsmittel ein multifunktionelles Methacrylat ist.

15. Zusammensetzung nach Anspruch 1, worin der UV-Initiator ein Keton ist.

16. Verfahren zum Ausbringen einer Abdichtung auf einen Gegenstand, umfassend die Schritte von:
A) Mischen bei einer Temperatur zwischen 25°C und 250°C

- a) 80 bis 95 Gew.-% eines Elastomers, das aus der Gruppe ausgewählt ist, bestehend aus:
- i) Copolymeren, umfassend Ethylen und ein Comonomer, ausgewählt aus der Gruppe, die aus C₁-C₈-Alkylestern von Acrylsäure, C₁-C₈-Alkylestern von Methacrylsäure und Vinyl estern von C₂-C₈-Carbonsäuren besteht;
 - ii) Alkylacrylat-Polymeren, ausgewählt aus der Gruppe, die aus Homopolymeren aus C₁-C₁₀-Alkylacrylaten und Copolymeren aus C₁-C₁₀-Alkylacrylaten mit bis zu 40 Gew.-% Monovinyl-Monomeren besteht und
 - iii) Dien-Copolymeren, ausgewählt aus der Gruppe, die aus einem Copolymer aus einem Dien und einem ungesättigten Nitril und hydrierten Copolymeren aus einem Dien und einem ungesättigten Nitril besteht;
- b) mindestens 2 Gew.-% eines multifunktionellen Vernetzungsmittels, ausgewählt aus der Gruppe, die aus multifunktionellen Acryl-Vernetzungsmitteln und multifunktionellen Methacryl-Vernetzungsmitteln besteht und
- c) 0,2 bis 5,0 Gew.-% eines UV-Initiators,
- worin die Gewichtsprozente von jeder der Komponenten a), b) und c) auf das kombinierte Gewicht von Komponenten a), b) und c) bezogen sind, zur Bildung eines thermisch stabilen, härtbaren, extrudierbaren Gemischs;
- B) Ablagerung des extrudierbaren Gemischs auf dem Gegenstand in der gewünschten Form und Dicke zur Bildung einer ungehärteten Abdichtung und
- C) Bestrahlung der ungehärteten Abdichtung mit UV-Strahlung für eine Zeitdauer, die zum Härten der Abdichtung ausreicht.

17. Verfahren zur Herstellung von elastomeren Abdichtungen und Dichtungen umfassend:

- A) Erhitzen der thermisch stabilen, härtbaren Elastomer-Zusammensetzung nach Anspruch 1 auf eine Temperatur von 25°C bis 250°C und Ablagerung der Zusammensetzung auf einem Substrat zur Bildung einer ungehärteten Abdichtung oder Dichtung einer gewünschten Dicke und
- B) Bestrahlung der ungehärteten Abdichtung oder Dichtung mit UV-Strahlung für eine Zeitdauer, die zum Härten der ungehärteten Abdichtung oder Dichtung durch Reaktion der Elastomer-Komponente der Elastomer-Zusammensetzung mit dem multifunktionellen Vernetzungsmittel der Elastomer-Zusammensetzung zur Bildung von Interketten- und Intraketten-Vernetzungen ausreicht.

18. Verfahren nach Anspruch 16 oder 17, worin die härtbare Zusammensetzung in Schritt A) auf eine Temperatur von 90°C–170°C erhitzt wird.

19. Verfahren nach Anspruch 16 oder 17, worin der Gegenstand aus einem thermoplastischen Material hergestellt wird.

20. Verfahren nach Anspruch 16 oder 17, worin das Elastomer ein Copolymer ist, umfassend Ethylen und ein Comonomer, ausgewählt aus der Gruppe, die aus C₁-C₈-Alkylestern von Acrylsäure und Vinyl estern von C₂-C₈-Carbonsäuren besteht.

21. Verfahren nach Anspruch 20, worin das Elastomer ein Copolymer aus Ethylen und ein C₁-C₈-Alkylester von Acrylsäure ist.

22. Verfahren nach Anspruch 21, worin das Elastomer ein Copolymer aus Ethylen und Methylacrylat ist.

23. Verfahren nach Anspruch 20, worin das Elastomer Ethylenvinylacetat ist.

24. Verfahren nach Anspruch 16 oder 17, worin das Elastomer ein Copolymer ist, umfassend:

- a) Ethylen;
- b) ein Comonomer, ausgewählt aus der Gruppe, die aus C₁-C₈-Alkylestern von Acrylsäure, C₁-C₈-Alkylestern von Methacrylsäure und Vinyl estern von C₂-C₈-Carbonsäuren besteht und
- c) ein Comonomer, ausgewählt aus der Gruppe, die aus Carbonsäuren aus 3 – 12 Kohlenstoffatomen besteht, ausgewählt aus der Gruppe, die aus α,β-ungesättigten Monocarbonsäuren, α,β-ungesättigten Dicarbonsäuren und Monoestern von α,β-ungesättigten Dicarbonsäuren besteht.

25. Verfahren nach Anspruch 24, worin Komponente c) ein Monoester einer α,β-ungesättigten Dicarbonsäure ist.

26. Verfahren nach Anspruch 16 oder 17, worin das Elastomer ein Homopolymer aus einem C₁-C₁₀-Alkylacrylat ist.

27. Verfahren nach Anspruch 16 oder 17, worin das Elastomer ein Copolymer aus einem C₁-C₁₀-Alkylacrylat mit bis zu 40 Gew.-% Monovinyl-Monomer ist.

28. Verfahren nach Anspruch 16 oder 17, worin das Elastomer ein Copolymer aus einem Dien und einem ungesättigten Nitrit ist.
29. Verfahren nach Anspruch 16 oder 17, worin das multifunktionelle Vernetzungsmittel ein multifunktionelles Acrylat ist.
30. Verfahren nach Anspruch 16 oder 17, worin das multifunktionelle Vernetzungsmittel ein multifunktionelles Methacrylat ist.
31. Verfahren nach Anspruch 16 oder 17, worin die UV-Strahlungsquelle aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus Quecksilberdampflampen mittleren Druckes, elektrodenlosen Lampen, gepulsten Xenonlampen und Hybrid-Xenon-/Quecksilberdampflampen ist.
32. Verfahren nach Anspruch 16 oder 17, worin die UV-Strahlung eine Wellenlänge von 200 – 400 Nanometern aufweist.
33. Verfahren nach Anspruch 16 oder 17, worin die UV-Strahlung eine Strahlungsdosis zwischen 10 und 20 Joule pro Quadratzentimeter bereitstellt.
34. Verfahren nach Anspruch 16 oder 17, worin die thermisch stabile, härtbare Elastomer-Zusammensetzung zusätzlich einen Füllstoff umfasst.
35. Gehärteter, geformter Gegenstand, hergestellt aus einer härbaren Elastomer-Zusammensetzung nach einem der Ansprüche 1 bis 15.
36. Gehärteter, geformter Gegenstand nach Anspruch 35, worin der geformte Gegenstand eine elastomere Abdichtung oder Dichtung ist.
37. Substrat mit einer gehärteten elastomeren Abdichtung oder Dichtung daran angebracht, wobei die elastomere Abdichtung oder Dichtung aus einer härbaren elastomeren Zusammensetzung nach einem der Ansprüche 1 bis 15 hergestellt wird, worin die elastomere Abdichtung oder Dichtung an Ort und Stelle direkt auf dem Substrat gebildet wird.
38. Substrat nach Anspruch 37, worin das Substrat ein thermoplastischer Gegenstand ist.
39. Substrat nach Anspruch 38, worin der thermoplastische Gegenstand gerillt ist.
40. Substrat nach einem der Ansprüche 37 bis 39, worin das Substrat eine Kraftfahrzeugkomponente ist.
41. Gehärteter Gegenstand, der mithilfe des Verfahrens nach einem der Ansprüche 16 bis 34 hergestellt wird.

Es folgt kein Blatt Zeichnungen