



(10) **DE 10 2011 050 220 A1** 2012.11.15

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2011 050 220.3**

(22) Anmeldetag: **09.05.2011**

(43) Offenlegungstag: **15.11.2012**

(51) Int Cl.: **C08G 18/10** (2011.01)

**C08G 18/79** (2011.01)

**C08G 18/42** (2011.01)

**C08G 18/48** (2011.01)

(71) Anmelder:

**Bayer MaterialScience Aktiengesellschaft, 51373,  
Leverkusen, DE**

(72) Erfinder:

**Erfinder wird später genannt werden**

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

(54) Bezeichnung: **Schwach modifizierte Präpolymere und ihre Anwendungen**

(57) Zusammenfassung: Ein Isocyanat-terminiertes Präpolymer C mit einem NCO-Gehalt von  $\geq 26,0$  Massen-% bis  $\leq 31,0$  Massen-%, ist erhältlich aus der Reaktion von einer Isocyanat-Zusammensetzung A mit einer Viskosität bei 25 °C von  $\geq 60$  mPas und  $\leq 800$  mPas, umfassend  $\geq 25$  Massen-% bis  $\leq 60$  Massen-% MDI und  $\geq 40$  Massen-% bis  $\leq 75$  Massen-% pMDI, wobei die Summe der Anteile dieser Komponenten  $\leq 100$  Massen-% beträgt, mit einem bifunktionalen Polyesteretherpolyol B mit einer OH-Zahl von  $\geq 200$  mg(KOH) / g und  $500$  mg(KOH) / g, erhalten aus der Reaktion einer Dicarbonsäure/Dicarbonsäurederivat mit mindestens einem Polyol sowie mit einem Epoxid, wobei das Polyesteretherpolyol B in Gehalten von  $\geq 1,5$  Massen-% bis  $\leq 6,0$  Massen-%, bezogen auf die Summe der Massen von A und B, eingesetzt wird.

Weitere Gegenstände der Erfindung sind ein aus dem Präpolymer C hergestelltes PUR/PIR-Polymer, dessen Verwendung sowie hierauf beruhende Verbundelemente.

### Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Isocyanat-terminiertes Präpolymer mit einem NCO-Gehalt von  $\geq 26,0$  Massen-% bis  $\leq 31,0$  Massen-%, welches erhältlich ist aus der Reaktion von einer Isocyanat-Zusammensetzung umfassend  $\geq 30$  Massen-% bis  $\leq 60$  Massen-% 2-Kern-MDI und  $\geq 40$  Massen-% bis  $\leq 70$  Massen-% polymerem MDI mit einem bifunktionellen Polyesteretherpolyol, welcher aus der Reaktion einer Dicarbonsäure/Dicarbonsäurederivat mit mindestens einem Polyol sowie mit einem Epoxid erhalten wird. Weitere Gegenstände der Erfindung sind ein aus diesem Präpolymer hergestelltes PUR/PIR-Polymer, dessen Verwendung sowie hierauf beruhende Verbundelemente.

**[0002]** Im Anwendungsgebiet der Metallverbundelemente für den Industriebau ist eine hohe und dauerhafte Haftfestigkeit des Isolationsschaumes zur metallischen Deckschicht erforderlich. Dieses gilt insbesondere für Polyisocyanuratschäume. Hierzu können als Ausgangsmaterialien isocyanatgruppenhaltige Polyurethan-Präpolymere verwendet werden, die durch Umsetzung eines stöchiometrischen Überschusses eines organischen Polyisocyanats mit einem organischen Polyol erhalten werden. Solche Präpolymere sind im Bereich der Polyurethane wohlbekannt und werden beispielsweise bei der Herstellung von Weich- und Hartschäumen sowie von Elastomeren, Beschichtungen, Haftmitteln und dergleichen verwendet.

**[0003]** Die Herstellung solcher NCO-Präpolymere ist in zahlreichen Schriften beschrieben worden. So offenbart beispielsweise DE 69132613 T2 ein Verfahren zur Herstellung von Weichschaumstoffen, welches die folgenden Schritte umfasst:

- Kontinuierliche Anlieferung einer organischen Polyisocyanatzusammensetzung und einer isocyanatreaktiven Verbindung mit einem durchschnittlichen Molekulargewicht von mindestens 1000, und wahlweise eines Katalysators zu einem Reaktionsbereich, wobei das relative Verhältnis der Isocyanatzusammensetzung und der isocyanatreaktiven Verbindung für die Bildung eines Vorpolymers mit einem NCO-Gehalt im Bereich von 2 bis 15 Gewichts-% geeignet ist;
- Umsetzung der Isocyanatzusammensetzung und der isocyanatreaktiven Verbindung im Reaktionsbereich unter Bildung eines isocyanat-terminierten Vorpolymers;
- Kontinuierliche Entfernung des Reaktionsgemisches aus dem Reaktionsbereich;
- falls notwendig, Ausreifenlassen des Reaktionsgemisches zur Bildung eines Vorpolymers mit einem NCO-Gehalt im Bereich von 2 bis 15 Gewichts-%,
- Anliefern des Vorpolymers zu einem Schaumstoffbildungsbereich;
- Umsetzung des Vorpolymers im Schaumstoffbildungsbereich mit einer Wasser umfassenden isocyanatreaktiven Komponente; und
- Wiedergewinnung des derart gebildeten Schaumstoffs, wobei der Reaktionsbereich auch als Schaumstoffbildungsbereich verwendet wird.

**[0004]** In WO 94/2936 1A1 wird ein Verfahren zur Herstellung von Weichschaumstoff beschrieben, bei dem ein Präpolymer mit einem NCO-Gehalt von 5 bis 10 Gewichts-% eingesetzt wird. Das Präpolymer ist das Reaktionsprodukt aus einem Überschuss Polyisocyanat mit wenigstens 85 Gewichts-% 4,4'-Diphenylmethandiisocyanat oder einer Variante davon mit einem Polyol, der eine nominelle Hydroxylfunktionalität von 2,5 bis 3,5, ein durchschnittliches Hydroxyl-Äquivalentgewicht von 1000 bis 3000 und einen Oxyethylengehalt von 50 bis 85 Gewichts-% aufweist. Das Präpolymer wird mit Wasser umgesetzt, wobei die Menge des Wassers wenigstens 20 Gewichtsteile pro 100 Gewichtsteile des Präpolymers beträgt.

**[0005]** DE 2823762 A1 betrifft ein Verfahren zur kontinuierlichen Herstellung von thermoplastischen Polyurethanen aus Polyhydroxyverbindungen, Diisocyanaten und niedermolekularen Kettenverlängerungsmitteln, bei dem die Ausgangskomponenten durch eine Mischzone und danach durch eine Reaktionszone geleitet werden. Die Ausgangskomponenten werden in einer Mischzone vermischt, in der eine für die anschließende Polyadditionsreaktion ausreichende praktisch vollständige Durchmischung stattfindet. Die Produkttemperatur ist so niedrig, dass eine Reaktion der Komponenten weitgehend vermieden wird. Das Gemisch wird anschließend mittels einer Präzisionspumpe in einen Statikmischer von einer solchen Länge und Durchmesser eingespeist, dass bei einer das Ansetzen von Polymeren verhindernden Fließgeschwindigkeit die Reaktionskomponenten so lange im Statikmischer verbleiben, dass die Polyaddition erfolgt.

**[0006]** DE 19823392 A1 offenbart ein Verfahren zur Herstellung von isocyanatgruppenhaltigen Präpolymeren durch Umsetzung von organischen Isocyanaten mit H-aciden Verbindungen, das dadurch gekennzeichnet ist, dass die Umsetzung zum Prepolymeren unmittelbar im Prozessstrom der isocyanaterzeugenden Anlage erfolgt. Gegenstände der Veröffentlichung sind außerdem die so hergestellten isocyanatgruppenhaltigen Prepolymere, deren Verwendung zur Herstellung von PUR sowie ein Verfahren zur Herstellung von PUR durch

Umsetzung von mindestens einem isocyanatgruppenhaltigen Prepolymeren, gegebenenfalls im Gemisch mit weiteren organischen und/oder modifizierten organischen Isocyanaten mit Verbindungen mit mindestens zwei reaktiven Wasserstoffatomen in Gegenwart von gegebenenfalls Treibmitteln, Katalysatoren sowie gegebenenfalls weiteren Hilfsmitteln und/oder Zusatzstoffen.

**[0007]** EP 0 497 131 A2 offenbart Ether- und Estergruppen aufweisende Isocyanat-Präpolymere mit einem NCO-Gehalt von 1,9 bis 25 Gewichts-% auf Basis von A) einer Polyisocyanatkomponente, bestehend aus mindestens einem organischen Polyisocyanat es mittleren Molekulargewichts von 168 bis 1000, B) Veresterungsprodukten von Polyetherpolyolen einer mittleren Hydroxylzahl von 200 bis 600 mit Monocarbonsäuren, gegebenenfalls in Abmischung mit untergeordneten Mengen an mehrbasischen Carbonsäuren und gegebenenfalls C) organischen Polyhydroxylverbindungen des Molekulargewichtsbereich von 62 bis 200 in einer Menge von bis zu 25 Hydroxyläquivalent-%, bezogen auf Komponente B), ein Verfahren zur Herstellung derartiger Isocyanat-Präpolymere durch Umsetzung der genannten Ausgangsmaterialien unter Einhaltung eines NCO/OH-Äquivalentverhältnisses von 1,7:1 bis 20:1 und die Verwendung der Isocyanat-Präpolymeren als Bindemittel oder Bindemittelkomponente in Polyurethan-Beschichtungsmitteln, -Dichtmassen oder -Vergussmassen.

**[0008]** DE 196 01 410 A1 beschäftigt sich mit einem Verfahren zur Herstellung von Polyurethanweichschaumstoffen durch Umsetzung von a) organischen und/oder modifizierten organischen NCO-Gruppenhaltigen Verbindungen mit b) höhermolekularen Verbindungen mit mindestens zwei reaktiven Wasserstoffatomen und c) gegebenenfalls niedermolekularen Kettenverlängerungs- und/oder Vernetzungsmitteln in Gegenwart von d) Treibmitteln, e) Katalysatoren, f) Flammenschutzmitteln sowie gegebenenfalls g) weiteren Hilfsmitteln und/oder Zusatzstoffen. Als organische und/oder modifizierte organische NCO-Gruppenhaltige Verbindungen werden NCO-Gruppenhaltige Präpolymere eingesetzt, die Umsetzungsprodukte aus Polyesterpolyolen und/oder Polyesteretherpolyolen und aromatischen Diisocyanaten sind und einer speziellen Nachbehandlung unterzogen werden.

**[0009]** WO 2009/055436 A1 betrifft Polyesteretherpolyole und ihre Verwendung in Urethanpräpolymeren, Urethanschäumen und nicht geschäumten Urethanbeschichtungen, Klebstoffen, Versiegelungsmassen und/oder Elastomeren. Verfahren zur Herstellung solcher Polyesteretherpolyole unter Doppelmetallcyanidkatalyse und zur Herstellung von Urethanpräpolymeren werden beschrieben. Die dort beschriebenen Polyesteretherpolyole sind vorzugsweise das Reaktionsprodukt aus Phthalsäureanhydrid, Diethylenglykol und Propylenoxid. Die Polyesteretherpolyole weisen eine verbesserte Löslichkeit und Kompatibilität in Mischungen aus entweder Polyetherpolyolen und/oder Polyesterpolyolen. Die Polyesteretherpolyole sind vorzugsweise weniger viskos als die Polyesterpolyol-Zwischenstufen und sind in der Regel in entweder Polyester- und/oder Polyetherpolyolen löslich. Zusätzlich verbessern die Polyesteretherpolyole die hydrolytische Stabilität von Beschichtungen, Klebstoffen, Versiegelungsmassen und Elastomeren, in denen sie eingesetzt werden.

**[0010]** Die im Stand der Technik beschriebenen Verfahren zur Herstellung von NCO-Präpolymeren bedürfen demnach einer Umsetzung einer isocyanatgruppenhaltigen Komponente mit einer isocyanatgruppenreaktiven Komponente in einem Reaktor und insbesondere unter kontrollierten Misch- und Temperaturbedingungen.

**[0011]** Die vorliegende Erfindung hat sich daher die Aufgabe gestellt, auf einfache und schnelle Weise herstellbare NCO-Präpolymere bereitzustellen, wobei die aus den Präpolymeren hergestellten PUR- oder PUR/PIR-Schäume eine sehr gute Haftung von mindestens 0,2 N/mm<sup>2</sup> zu metallischen Deckschichten in Metallverbundelementen aufweisen.

**[0012]** Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch ein Isocyanat-terminiertes Präpolymer C mit einem NCO-Gehalt von  $\geq 26,0$  Massen-% bis  $\leq 31,0$  Massen-%, bezogen auf die Masse des Präpolymers C, erhältlich aus der Reaktion von

- (i) einer Isocyanat-Zusammensetzung A mit einer Viskosität bei 25 °C von  $\geq 60$  mPas bis  $\leq 800$  mPas, umfassend  $\geq 25$  Massen-% bis  $\leq 60$  Massen-% monomeres Diphenylmethandiisocyanat (MDI) A1 und  $\geq 40$  Massen-% bis  $\leq 75$  Massen-% polymeres Diphenylmethandiisocyanat (pMDI) A2, wobei die Summe der Anteile der Komponenten A1 und A2  $\leq 100$  Massen-% beträgt, mit
- (ii) einem Polyesteretherpolyol B mit einer durchschnittlichen Funktionalität von  $\geq 1,9$  bis  $\leq 2,1$  und einer OH-Zahl von  $\geq 200$  mg(KOH) / g bis  $\leq 500$  mg(KOH) / g, erhalten aus der Reaktion von einer Dicarbonsäure und/oder einem Dicarbonsäurederivat B1 mit mindestens einem Polyol B2 sowie mit einem Epoxid B3,

wobei das Polyesteretherpolyol B in Gehalten von  $\geq 1,5$  Massen-% bis  $\leq 6,0$  Massen-%, bezogen auf die Summe der Massen von A und B, eingesetzt wird.

**[0013]** Überraschend wurde gefunden, dass die isocyanatgruppenhaltige Komponente A im stöchiometrischen Überschuss und eine isocyanatgruppenreaktive Komponente B im stöchiometrischen Unterschuss bei Raumtemperatur oder erhöhten Temperaturen von bis zu 100 °C in einer Mischvorrichtung kontinuierlich zusammengeführt werden können und reproduzierbar zu einem isocyanatgruppenhaltigen Präpolymer reagieren. Alternativ kann in einem Reaktionskessel die Komponente A vorgelegt und bei Raumtemperatur bis 100 °C mit der Komponente B zur Reaktion gebracht werden kann. Es entsteht ebenfalls das isocyanatgruppenhaltige Präpolymer.

**[0014]** Überraschenderweise wurde weiterhin gefunden, dass die aus dem erfindungsgemäßen schwach modifizierten Isocyanat hergestellten PUR/PIR-Schäume eine verbesserte Haftung in Metallverbundelementen gegenüber den mit unmodifizierten Isocyanaten hergestellten Schäumen aufweisen.

**[0015]** Durch den Überschuss der NCO-Komponente A erhält man ein Präpolymer mit freien NCO-Endgruppen. Der NCO-Gehalt liegt vorzugsweise bei  $\geq 27,0$  Massen-% bis  $\leq 30,0$  Massen-%, mehr bevorzugt bei  $\geq 27,5$  Massen-% bis  $\leq 29,5$  Massen-% und kann anhand von ISO 14896 bestimmt werden.

**[0016]** Vorzugsweise wird das Polyesteretherpolyol B in Gehalten von  $\geq 2,0$  Massen-% bis  $\leq 5$  Massen-% und mehr bevorzugt von  $\geq 2,5$  Massen-% bis  $\leq 4$  Massen-%, bezogen auf die Summe der Massen von A und B, eingesetzt.

**[0017]** Als Polyisocyanat A können handelsübliche Gemische von monomerem MDI und polymerem MDI eingesetzt werden. Die Viskosität bei 25 °C lässt sich anhand von DIN 53019 Teil 1 bestimmen und beträgt vorzugsweise  $\geq 80$  mPas bis  $\leq 500$  mPas, mehr bevorzugt  $\geq 90$  mPas bis  $\leq 300$  mPas.

**[0018]** Im Sinne der vorliegenden Erfindung werden die Begriffe "monomeres MDI" und "2-Kern-MDI" synonym verwendet. Weiterhin bezeichnet "polymeres MDI" di- und trimere Addukte und höhere Homologe des monomeren MDI.

**[0019]** Vorzugsweise beträgt deren Zusammensetzung  $\geq 35$  Massen-% bis  $\leq 55$  Massen-% monomeres MDI und  $\geq 45$  Massen-% bis  $\leq 65$  Massen-% polymeres MDI, wobei die Summe dieser Anteile wiederum  $\leq 100$  Massen-% ausmacht. Noch mehr bevorzugt sind  $\geq 40$  Massen-% bis  $\leq 50$  Massen-% monomeres MDI und  $\geq 50$  Massen-% bis  $\leq 60$  Massen-% polymeres MDI.

**[0020]** Geeignete Polyesteretherpolyole B sind vorzugsweise Alkoxylierungsprodukte von Oligo- und Polyesterern aus aromatischen und aliphatischen Dicarbonsäuren und Dicarbonsäurederivaten B1 wie zum Beispiel Anhydriden mit gegenüber Isocyanaten reaktiven Endgruppen. Polyesteretherpolyole können durch gezielten Aufbau hergestellt werden, zum Beispiel durch Alkoxylierung von Carbonsäuren oder Carbonsäureanhydriden oder Polyesterern, oder durch molekülverdoppelnde Kondensation von OH-terminierten Polyesterern. Diese Verbindungen können ebenfalls mit den bekannten Methoden mit Epoxiden zur Reaktion gebracht werden.

**[0021]** Die OH-Zahl des Polyesteretherpolyols B beträgt vorzugsweise  $\geq 250$  mg(KOH) / g bis  $\leq 380$  mg(KOH) / g, besonders bevorzugt  $\geq 280$  mg(KOH) / g bis  $\leq 350$  mg(KOH) / g und ganz besonders bevorzugt  $\geq 300$  mg(KOH) / g bis  $\leq 320$  mg(KOH) / g. Sie lässt sich nach DIN 53240 ("Bestimmung der Hydroxylzahl") bestimmen.

**[0022]** Die durchschnittliche Funktionalität  $F_N$  des Polyols B ist 1,9 bis 2,1, vorzugsweise 1,95 bis 2,05 und ganz besonders bevorzugt 2,0.

**[0023]** Die zum Einsatz kommenden Polyesteretherpolyole B können als Startermoleküle B1 zum Beispiel Adipinsäure, Maleinsäure, Fumarsäure, Phthalsäure, Terephthalsäure, Isophthalsäure, Tetrahydrophthalsäure, halogenierte Phthal- und Tetrahydrophthalsäuren sowie deren Derivate enthalten. Bevorzugte Carbonsäuren sind Adipinsäure, Maleinsäure, Fumarsäure, beziehungsweise deren Derivate, besonders bevorzugt sind Phthalsäure, Terephthalsäure und Isophthalsäure beziehungsweise deren Derivate. Insbesondere sind bevorzugte Carbonsäure-Derivate deren Carbonsäureanhydride.

**[0024]** Die neben den Carbonsäuren beziehungsweise Carbonsäurederivaten verwendeten Startermoleküle B2 sind Folgeprodukte des Ethylenoxids und Propylenoxids wie zum Beispiel Ethylenglykol, Diethylenglykol, Triethylenglykol, 1,2-Propylenglykol, Dipropylenglykol oder die primären Alkohole wie zum Beispiel 1,4-Butandiol, 1,6-Hexandiol, Neopentylglykol, 1,3-Butandiol oder verzweigende Triolkomponenten wie Trimethylolpropan, Trimethylethan oder Glycerin.

**[0025]** Bevorzugte Epoxide B3 sind Ethylenoxid und/oder Propylenoxid.

**[0026]** Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung werden nachfolgend beschrieben, wobei die einzelnen Ausführungsformen frei miteinander kombiniert werden können, sofern sich aus dem Kontext nicht eindeutig das Gegenteil ergibt,

**[0027]** In einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Präpolymers weist dieses eine Viskosität bei 25 °C von  $\geq 300$  mPas bis  $\leq 1600$  mPas auf. Diese Viskosität liegt vorzugsweise in einem Bereich von  $\geq 350$  mPas bis  $\leq 1400$  mPas, besonders bevorzugt von  $\geq 500$  mPas bis  $\leq 1000$  mPas. Sie lässt sich anhand von DIN 53019 Teil 1 bestimmen.

**[0028]** In einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Präpolymers weist die Komponente A eine Viskosität bei 25 °C von  $\geq 90$  mPas bis  $\leq 300$  mPas und einen NCO-Gehalt von  $\geq 30$  Massen-% bis  $\leq 33$  Massen-% auf. Diese Viskosität (DIN 53019 Teil 1) liegt vorzugsweise in einem Bereich von  $\geq 160$  mPas bis  $\leq 240$  mPas, mehr bevorzugt von  $\geq 170$  mPas bis  $\leq 230$  mPas. Der NCO-Gehalt (ISO 14896) kann vorzugsweise von  $\geq 30,5$  Massen-% bis  $\leq 32,5$  Massen-% betragen.

**[0029]** In einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Präpolymers wird das Polyesteretherpolyol B aus der Reaktion von Phthalsäureanhydrid als Komponente B1, Diethylenglykol als Komponente B2 und Ethylenoxid als Komponente B3 erhalten. Als Katalysatoren können ethoxylierte Amine eingesetzt werden. Diese Katalysatoren können im Polyesteretherpolyol ohne nachteilige Wirkung in der Präpolymerherstellung verbleiben.

**[0030]** Ein weiterer Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist ein Polyurethan-/Polyisocyanuratpolymer, erhältlich aus der Reaktion eines erfindungsgemäßen Präpolymers C mit einer Isocyanat-reaktiven Komponente D. Solch ein Polymer kann als Isolationsschaum und/oder Haftvermittler insbesondere bei der Herstellung von Metallverbundelementen eingesetzt werden. Es können die üblichen, dem Fachmann bekannten Zusatzstoffe wie Tenside, Flammschutzmittel, Füllstoffe und dergleichen hinzugefügt werden. Hinsichtlich Details zum Präpolymer wird zur Vermeidung von Wiederholungen vollumfänglich auf die obigen Ausführungen verwiesen.

**[0031]** Beispiele für die Isocyanat-reaktive Komponente D sind Polyetherpolyamine und/oder vorzugsweise Polyole ausgewählt aus der Gruppe der Polyetherpolyole, Polyesterpolyole, Polythioetherpolyole, Polyesteramide, der hydroxylgruppenhaltigen Polyacetale und hydroxylgruppenhaltigen aliphatischen Polycarbonate oder Mischungen aus mindestens zwei der genannten Polyole. Vorzugsweise Anwendung finden Polyesterpolyole und/oder Polyetherpolyole.

**[0032]** Geeignete Polyesterpolyole können beispielsweise aus organischen Dicarbonsäuren mit 2 bis 12 Kohlenstoffatomen, vorzugsweise Dicarbonsäuren mit 4 bis 6 Kohlenstoffatomen, und mehrwertigen Alkoholen, vorzugsweise Diolen, mit 2 bis 12, vorzugsweise 2 bis 6, Kohlenstoffatomen, hergestellt werden. Als Dicarbonsäuren kommen beispielsweise in Betracht: Bernsteinsäure, Glutarsäure, Adipinsäure, Korksäure, Azelainsäure, Sebacinsäure, Decandicarbonsäure, Maleinsäure, Fumarsäure, Phthalsäure, Isophthalsäure und Terephthalsäure. Die Dicarbonsäuren können dabei sowohl einzeln als auch im Gemisch untereinander verwendet werden. Anstelle der freien Dicarbonsäuren können auch die entsprechenden Dicarbonsäurederivate, wie zum Beispiel Dicarbonsäureester von Alkoholen mit 1 bis 4 Kohlenstoffatomen oder Dicarbonsäureanhydride, eingesetzt werden. Beispiele für zwei- und mehrwertige Alkohole, insbesondere Dirole, sind: Ethandiol, Diethylenglykol, 1,2- bzw. 1,3-Propandiol, Dipropylenglykol, 1,4-Butandiol, 1,5-Pentandiol, 1,6-Hexandiol, 1,10-Decandiol, Glycerin und Trimethylolpropan. Vorzugsweise verwendet werden Ethandiol, Diethylenglykol, 1,4-Butandiol, 1,5-Pentandiol und 1,6-Hexandiol. Eingesetzt werden können ferner Polyesterpolyole aus Lactonen, zum Beispiel  $\epsilon$ -Caprolacton oder Hydroxycarbonsäuren, zum Beispiel  $\omega$ -Hydroxycapronsäure.

**[0033]** Zur Herstellung der Polyesterpolyole können die organischen, zum Beispiel aromatischen und vorzugsweise aliphatischen, Polycarbonsäuren und/oder -derivate und mehrwertigen Alkohole katalysatorfrei oder vorzugsweise in Gegenwart von Veresterungskatalysatoren, zweckmäßigerweise in einer Atmosphäre aus Inertgas, wie zum Beispiel Stickstoff, Kohlenmonoxid, Helium, Argon u. a., in der Schmelze bei Temperaturen von 150 bis 250 °C, vorzugsweise 180 bis 220 °C, gegebenenfalls unter vermindertem Druck bis zu der gewünschten Säurezahl, die vorteilhafterweise kleiner als 10, vorzugsweise kleiner als 2, ist, polykondensiert werden. Nach einer bevorzugten Ausführungsform wird das Veresterungsgemisch bei den oben genannten Temperaturen bis zu einer Säurezahl von 80 bis 30, vorzugsweise 40 bis 30, mg KOH/g unter Normaldruck und anschließend unter einem Druck von kleiner als 500 mbar, vorzugsweise 50 bis 150 mbar, polykondensiert. Als Veresterungskatalysatoren kommen beispielsweise Eisen-, Cadmium-, Kobalt-, Blei-, Zink-, Antimon-, Ma-

gnesium-, Titan- und Zinnkatalysatoren in Form von Metallen, Metalloxiden oder Metallsalzen in Betracht. Die Polykondensation kann jedoch auch in flüssiger Phase in Gegenwart von Verdünnungs- und/oder Schlepptmitteln, wie zum Beispiel. Benzol, Toluol, Xylol oder Chlorbenzol, zur azeotropen Abdestillation des Kondensationswassers durchgeführt werden.

**[0034]** Zur Herstellung der Polyesterpolyole werden die organischen Polycarbonsäuren und/oder -derivate und mehrwertigen Alkohole vorteilhafterweise im Molverhältnis von 1:1 bis 1,8, vorzugsweise 1:1,05 bis 1,2, polykondensiert.

**[0035]** Die erhaltenen Polyesterpolyole besitzen vorzugsweise eine Funktionalität von 2 bis 4, insbesondere 2 bis 3, und ein Molekulargewicht von 480 bis 3000, insbesondere 600 bis 2000 g/mol.

**[0036]** Die Polyetherpolyole werden nach bekannten Verfahren, beispielsweise durch anionische Polymerisation mit Alkalihydroxiden, wie zum Beispiel. Natrium- oder Kaliumhydroxid, oder Alkalialkoholaten, wie zum Beispiel. Natriummethylat, Natrium- oder Kaliummethylat oder Kaliumisopropylat, als Katalysatoren und unter Zusatz mindestens eines Startermoleküls, das 2 bis 4, vorzugsweise 2 bis 3, reaktive Wasserstoffatome gebunden enthält, oder durch kationische Polymerisation mit Lewissäuren, wie Antimonpentachlorid, Borfluorid-Etherat u. a., oder Bleicherde, als Katalysatoren aus einem oder mehreren Alkylenoxiden mit 2 bis 4 Kohlenstoffatomen im Alkylenrest hergestellt.

**[0037]** Geeignete Alkylenoxide sind beispielsweise Tetrahydrofuran, 1,3-Propylenoxid, 1,2- bzw. 2,3-Butylenoxid, Styroloxid und vorzugsweise Ethylenoxid und 1,2-Propylenoxid. Als Startermoleküle kommen beispielsweise in Betracht: Wasser, organische Dicarbonsäuren, wie Bernsteinsäure, Adipinsäure, Phthalsäure und Terephthalsäure, aliphatische und aromatische, gegebenenfalls N-mono-, N,N- und N,N'-dialkylsubstituierte Diamine mit 1 bis 4 Kohlenstoffatomen im Alkylrest, wie gegebenenfalls mono- und dialkylsubstituiertes Ethylendiamin, Diethylentriamin, Triethylentetramin, 1,3-Propylendiamin, 1,3- bzw. 1,4-Butylendiamin, 1,2-, 1,3-, 1,4-, 1,5- und 1,6-Hexamethyldiamin, Phenylendiamin, 2,3-, 2,4- und 2,6-Toluyldiamin, und 4,4', 2,4'- und 2,2'-Diaminodiphenylmethan. Als Startermoleküle kommen ferner in Betracht: Alkanolamine, wie zum Beispiel. Ethanolamin, N-Methyl- und N-Ethylethanolamin, Dialkanolamine, wie zum Beispiel. Diethanolamin, N-Methyl- und N-Ethyldiethanolamin, und Trialkanolamine, wie zum Beispiel. Triethanolamin, und Ammoniak. vorzugsweise verwendet werden mehrwertige, insbesondere zwei- und/oder dreiwertige Alkohole, wie Ethandiol, Propandiol-1,2 und -2,3, Diethylenglykol, Dipropylenglykol, Butandiol-1,4, Hexandiol-1,6, Glycerin, Trimethylolpropan und Pentaerythrit, während für Hartschaumpolyetherole vorwiegend höherfunktionelle Starter, wie zum Beispiel. Sorbit und Saccharose, zur Anwendung kommen.

**[0038]** Die Polyetherpolyole, vorzugsweise Polyoxypropylen- und Polyoxypropylenpolyoxyethylenpolyole, besitzen zum Beispiel eine Funktionalität von vorzugsweise 2 bis 4 und insbesondere 2 bis 3 und Molekulargewichte von 300 g/mol bis 8000 g/mol, vorzugsweise 300 g/mol bis 6000 g/mol und insbesondere 1000 g/mol bis 5000 g/mol, und geeignete Polyoxytetramethylenglykole ein Molekulargewicht bis ungefähr 3500 g/mol, während bei Hartschaumpolyetherolen Molekulargewichte von 300 g/mol bis 1000 g/mol die Regel sind.

**[0039]** Als Polyetherpolyole eignen sich ferner polymermodifizierte Polyetherpolyole, vorzugsweise Pfropfpolyetherpolyole, insbesondere solche auf Styrol- und/oder Acrylnitrilbasis, die durch in situ Polymerisation von Acrylnitril, Styrol oder vorzugsweise Mischungen aus Styrol und Acrylnitril, zum Beispiel. im Gewichtsverhältnis 90 : 10 bis 10 : 90, vorzugsweise 70 : 30 bis 30 : 70, in zweckmäßigerweise den vorgenannten Polyetherpolyolen analog den Angaben in DE 11 11 394, DE 12 22 669 (US-A-3,304,273, US-A-3,383,351, US-A-3,523,093), DE 11 52 536 (GB 1040452) und DE 11 52 537 (GB 987618) hergestellt werden, sowie Polyetherpolyoldispersionen, die als disperse Phase, üblicherweise in einer Menge von 1 bis 50 Gew.-%, vorzugsweise 2 bis 25 Gew.-%, enthalten: zum Beispiel. Polyharnstoffe, Polyhydrazide, tertiäre Aminogruppen gebunden enthaltende Polyurethane und/oder Melamin und die zum Beispiel. beschrieben werden in der EP-B-011 752 (US-A-4,304,708), US-A-4,374,209 und DE-A-32 31 497.

**[0040]** In einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Polyurethan-/Polyisocyanuratpolymers beträgt im Reaktionsgemisch der Komponenten C und D das molare Verhältnis von Isocyanat-Gruppen zu Hydroxyl-Gruppen  $\geq 1:1$  bis  $\leq 5:1$ . Mit anderen Worten ausgedrückt beträgt der Index dieser Reaktionsmischung 100 bis 500. Der Index kann auch  $\geq 120$  bis  $\leq 450$  und bevorzugt  $\geq 180$  bis  $\leq 420$  betragen. Bei solchen Kennzahlen werden überwiegend Polyisocyanuratschäume erhalten, welche mit geringeren Mengen an Flammschutzmitteln auskommen und dennoch fest an Deckschichten, insbesondere Aluminiumdeckschichten, angebunden werden können.

**[0041]** In einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Polyurethan-/Polyisocyanuratpolymers findet die Reaktion des Präpolymers C mit der Isocyanat-reaktiven Komponente D in Gegenwart eines Treibmittels E statt. Bevorzugte Treibmittel sind CO<sub>2</sub>, n-Pentan, iso-Pentan und/oder Cyclopentan. Der so erhaltene Schaumstoff ist vorzugsweise ein Polyisocyanurat-Hartschaumstoff, definiert anhand seiner Druckspannung bei 10% Stauchung beziehungsweise von  $\geq 100$  kPa bis  $\leq 300$  kPa. Diese Druckspannung oder Druckfestigkeit kann gemäß DIN 53421/DIN EN ISO 604 bestimmt werden. Sie kann auch in einem Bereich von  $\geq 150$  kPa bis  $\leq 250$  kPa oder von  $\geq 180$  kPa bis  $\leq 280$  kPa liegen.

**[0042]** In einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Polyurethan-/Polyisocyanuratpolymers umfasst die Isocyanat-reaktive Komponente D  $\geq 50$  Massen-% bis  $\leq 95$  Massen-% eines Polyesterpolyols D1 und  $\geq 5$  Massen-% bis  $\leq 50$  Massen-% eines Polyetherpolyols D2, jeweils bezogen auf die Gesamtmasse der Komponente D, und die Summe der Anteile der Komponenten D1 und D2 beträgt weiterhin  $\leq 100$  Massen-%. Erfindungsgemäß mit eingeschlossen sind Mischungen mehrerer Polyesterpolyole D1 und Polyetherpolyole D2. Bevorzugte Bereiche für den Anteil des Polyesterpolyols D1 sind  $\geq 85$  Massen % bis  $\leq 92$  Massen % und für den Anteil des Polyetherpolyols D2  $\geq 6$  Massen % bis  $\leq 10$  Massen %.

**[0043]** Das Polyesterpolyol D1 kann vorzugsweise durch ein Verfahren erhalten werden, in dem

- wenigstens ein Carbonsäureanhydrid (A') und Diethylenglykol (B') vermischt werden, wobei das Molverhältnis der Komponenten (B') zu (A') im Bereich von 1,5 zu 1,0 bis 0,7 zu 1,0 liegt und der Gewichtsanteil der Komponenten (A') und (B') bezogen auf das Gewicht aller Komponenten der Mischung im Bereich zwischen 66 bis 90 Gew.- % liegt, und in einem Schritt
- zu dem Polyesterpolyol aus Schritt a) Diethylenglykol (B') zugesetzt wird,

wobei das Polyesterpolyol aus Schritt a) eine höhere Molmasse als das Polyesterpolyol aus Schritt b) aufweist.

**[0044]** In Schritt a) werden wenigstens ein C<sub>2</sub>-C<sub>4</sub> Glykol (C') und wenigstens eine aliphatische C<sub>5</sub>-C<sub>12</sub> Dicarbonsäure (D') oder wenigstens ein C<sub>5</sub>-C<sub>10</sub> Glykol (E') und wenigstens eine C<sub>4</sub> Dicarbonsäure (F') zugesetzt.

**[0045]** Die Mengen der Komponenten (C'), (D'), (E') und (F') in Schritt a) werden so gewählt, dass sich die Mengen aller Komponenten (A'), (B'), (C') und (D') bzw. (E') und (F') in der Mischung zu  $\leq 100$  Gew.-% ergänzen.

**[0046]** In einer bevorzugten Ausführungsform ist das Carbonsäureanhydrid (A') aromatisch.

**[0047]** Vorzugsweise wird das Carbonsäureanhydrid (A') ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Phthalsäureanhydrid, Trimellitsäureanhydrid und Pyromellitsäureanhydrid. Besonders bevorzugt ist das Carbonsäureanhydrid Phthalsäureanhydrid.

**[0048]** Durch den Austausch kleiner Mengen aromatischer Dicarbonsäuren gegen eine äquivalente Menge einer aliphatischen Dicarbonsäure (D' oder F') und den Austausch kleiner Mengen Diethylenglykol gegen äquivalente Mengen der Glykole (C') oder (E'), verringert sich die Menge an Dioxanabfall bei der Herstellung der Polyesterpolyole weit über das durch den Verdünnungseffekt zu erwartendem Maß hinaus. Dabei bleiben die Eigenschaften des hergestellten Polyesterpolyols nahezu gleich, das heißt Polyesterpolyole, die nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellt werden, weisen die gleichen Eigenschaften auf wie entsprechende Polyesterpolyole, die ohne Zusatz von aliphatischen Dicarbonsäuren (D' oder F') und ohne Zusatz der Glykole (C') oder (E') hergestellt.

**[0049]** Vorzugsweise wird das C<sub>2</sub>-C<sub>4</sub> Glykol (C') ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Ethylenglykol, 1,3-Propandiol, 2-Methyl-1,3-propandiol, 1,2-Propandiol. Besonders bevorzugt ist das C<sub>2</sub>-C<sub>4</sub> Glykol (C') Ethylenglykol.

**[0050]** Vorzugsweise wird die aliphatische C<sub>5</sub>-C<sub>12</sub> Dicarbonsäure (D') ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Glutarsäure, Adipinsäure, Pimelinsäure, Korksäure, Azelainsäure, Sebacinsäure, Undecandisäure und Dodecandisäure. Besonders bevorzugt ist als C<sub>5</sub>-C<sub>12</sub> Dicarbonsäure (D') Adipinsäure oder Sebacinsäure.

**[0051]** Vorzugsweise wird das C<sub>5</sub>-C<sub>10</sub> Glykol (E') ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus 1,5-Pentandiol, 3-Methyl-1,5-pentandiol, 1,6-Hexandiol und 1,8-Octandiol. Besonders bevorzugt ist das C<sub>5</sub>-C<sub>10</sub> Glykol (E') 3-Methyl-1,5-pentandiol oder 1,6-Hexandiol.

**[0052]** Vorzugsweise ist die C<sub>4</sub> Dicarbonsäure (F') ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Bernsteinsäure, Fumarsäure und Maleinsäure. Besonders bevorzugt ist die C<sub>4</sub> Dicarbonsäure (F') Bernsteinsäure.

**[0053]** In einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Polyurethan-/Polyisocyanuratpolymers weist das Polyesterpolyol D1 eine durchschnittliche Funktionalität von  $\geq 1,9$  bis  $\leq 2,1$  und eine OH-Zahl von  $\geq 220$  mg (KOH) / g bis  $\leq 270$  mg(KOH) / g auf und wird weiterhin aus der Reaktion von Phthalsäure und/oder Phthalsäureanhydrid sowie Adipinsäure, Diethylenglykol und Ethylenglykol erhalten. Die Herstellung kann wie oben beschrieben durchgeführt werden.

**[0054]** In einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Polyurethan-/Polyisocyanuratpolymers ist das Polyetherpolyol D2 ein auf Trimethylolpropan gestartetes Polyoxyethylen- und/oder Polyoxypropylenpolyol mit der OH-Zahl von  $\geq 200$  mg(KOH) / g bis  $\leq 300$  mg(KOH) / g. Die OH-Zahl lässt sich nach DIN 53240 bestimmen. Bevorzugt sind OH-Zahlen von  $\geq 225$  mg(KOH) / g bis  $\leq 275$  mg(KOH) / g. Die Herstellung kann wie oben beschrieben durchgeführt werden.

**[0055]** Die vorliegende Erfindung betrifft ebenfalls ein Verbundelement, umfassend eine ein erfindungsgemäßes Polyurethan-/Polyisocyanuratpolymer umfassende Schicht und eine Deckschicht. Die Deckschicht wird hierbei zumindest teilweise von der ein erfindungsgemäßes Polyurethan-/Polyisocyanuratpolymer umfassenden Schicht kontaktiert. Vorzugsweise liegt das Polyurethan-/Polyisocyanuratpolymer als Hartschaum vor. Solche Verbundelemente eignen sich beispielsweise für den Industriehallenbau. Hinsichtlich Details zum Präpolymer beziehungsweise zum Polymer wird zur Vermeidung von Wiederholungen vollumfänglich auf die obigen Ausführungen verwiesen.

**[0056]** Vorzugsweise ist das Material der Deckschicht Aluminium, Stahl, Bitumen, Papier, ein Mineral-Vliesstoff, ein organische Fasern umfassender Vliesstoff, eine Kunststoff-Platte, eine Kunststoff-Folie und/oder eine Holzplatte. Insbesondere bevorzugt ist es, wenn die Deckschicht Aluminium-Metall oder Stahl ist. Das Aluminium beziehungsweise der Stahl können dabei beschichtet sein. Die erfindungsgemäß eingesetzten modifizierten Isocyanate führen zu einer besonders guten Haftung insbesondere zwischen Polyurethan-/Polyisocyanurat-Schaumstoff und Aluminium-Deckschicht oder Stahl-Deckschicht.

**[0057]** In einem erfindungsgemäßen Schaumstoff-Verbundelement kann die Haftfestigkeit zwischen der ein erfindungsgemäßes Polyurethan-/Polyisocyanuratpolymer umfassenden Schicht und der Deckschicht  $\geq 0,20$  N/mm<sup>2</sup> betragen. Vorzugsweise ist diese Haftfestigkeit  $\geq 0,20$  N/mm<sup>2</sup> bis  $\leq 0,50$  N/mm<sup>2</sup>, besonders bevorzugt  $\geq 0,22$  N/mm<sup>2</sup> bis  $\leq 0,45$  N/mm<sup>2</sup>, ganz besonders bevorzugt  $\geq 0,25$  N/mm<sup>2</sup> bis  $\leq 0,40$  N/mm<sup>2</sup>, betragen. Die Haftfestigkeit wird hierbei vorteilhafterweise in Anlehnung an DIN 53292 gemessen, wie weiter unten beschrieben wird.

**[0058]** Ein weiterer Gegenstand der Erfindung ist demzufolge die Verwendung eines erfindungsgemäßen Polyurethan-/Polyisocyanuratpolymers als Isolationsschaum und/oder als Haftvermittler in Verbundelementen, wobei die Verbundelemente eine ein erfindungsgemäßes Polyurethan-/Polyisocyanuratpolymer umfassende Schicht und eine Deckschicht umfassen. Die Deckschicht wird hierbei zumindest teilweise von der ein erfindungsgemäßes Polyurethan-/Polyisocyanuratpolymer umfassenden Schicht kontaktiert.

**[0059]** Die Erfindung wird anhand der nachfolgenden Beispiele weiter erläutert, ohne jedoch darauf begrenzt zu sein.

#### Glossar:

44V20L:	Desmodur <sup>®</sup> 44 V 20 L, Gemisch von 4,4'-Diphenylmethandiisocyanat (MDI) und höherfunktionellen Homologen (pMDI) mit einer Viskosität bei 25 °C von $\geq 160$ mPas bis $\leq 240$ mPas; Bayer MaterialScience AG. Das Produkt enthält ca. 45% 2-Kern MDI.
44V70L:	Desmodur <sup>®</sup> 44 V 70 L, Gemisch von 4,4'-Diphenylmethandiisocyanat (MDI) und höherfunktionellen Homologen (pMDI) mit einer Viskosität bei 25°C von $\geq 610$ mPas bis $\leq 750$ mPas; Bayer MaterialScience AG. Das Produkt enthält ca. 34% 2-Kern MDI.
Polyol 1:	Polyesterpolyol auf der Basis von Adipinsäure, Phthalsäure und Diethylenglykol mit einer OH-Zahl von ca. 210 mg(KOH) / g und einer Viskosität von 10,4 Pa s bei 20 °C; Bayer MaterialScience AG.

- Polyol 2: bifunktionelles Polyesteretherpolyol, EO-Addukt an eine Mischung aus Phthalsäureanhydrid, Diethylenglycol und Ethylendiamin mit einer OH-Zahl von 275 bis 325 mg (KOH) / g und einer Viskosität von 6,5 +/- 1,3 Pa s bei 25 °C; Bayer MaterialScience AG.
- Polyol 3: Diethylenglykol, OH-Zahl 1055 mg(KOH) / g, Viskosität 38 mPa s bei 20 °C.

#### Beispiel 1: Allgemeine Beschreibung der Herstellung der Präpolymere

**[0060]** 19,0 t 44V20L mit 200 mPa s Viskosität bei 25 °C und einem NCO-Gehalt von 31,2% wurden in einen Rührkesselreaktor mit außen liegendem Wärmetauscher und Umpumpkreislauf in 2 h dosiert. Das Isocyanat wurde auf 70 °C aufgeheizt. Anschließend erfolgte die Polyol-Zugabe von 1,0 t über eine Stunde. Die Reaktionstemperatur wurde während der Zugabe konstant auf 70 °C gehalten. Nach einer Nachreaktionszeit von 30 Minuten wurde eine Probe genommen und im Labor überprüft. Der freigegebene Reaktionsansatz wurde abgekühlt und konnte nun in einen Tankwagen gepumpt werden.

#### Beispiel 2:

**[0061]** Mit Bezug auf Beispiel 1, der allgemeinen Herstellprozedur, wurden die in der nachfolgenden Tabelle dargestellten Synthesen durchgeführt. In der Terminologie der vorliegenden Erfindung handelt es sich um die Synthesen von Isocyanat-terminierten Präpolymeren C.

**[0062]** Erfindungsgemäße Synthesen sind diejenigen mit Polyol 2 (in der Terminologie der vorliegenden Erfindung Polyesteretherpolyol B), nicht erfindungsgemäß diejenigen mit Polyol 1 und Polyol 3 als Polyolkomponenten. In allen Fällen war die Isocyanatkomponente 44V20L (in der Terminologie der vorliegenden Erfindung Isocyanatkomponente A).

Beispiel Nummer	2-1	2-2	2-3	2-4	2-5	2-6	2-7
Polyol	Polyol 1	Polyol 2	Polyol 3				
Gewichts-Anteil Polyol integral	5,0	4,0	4,0	3,5	3,5	3,5	1,5
Masse Isocyanat [kg]	427	384	384	386	386	347	394
Masse Polyol [kg]	23	16	17,7	14,5	14,5	12,6	6
Temperatur Isocyanat [°C]	70	70	70	70	70	70	70
Temperatur Polyol [°C]	40	40	40	40	40	40	40
Viskosität [mPas]	590	724	729	635	540	550	660
NCO-Gehalt [%]	28,8	29,0	29,0	29,0	29,3	29,4	29,2

**[0063]** Die Viskosität wurde gemäß DIN 53019 Teil 1 bei 25 °C und der NCO-Gehalt gemäß ISO 14896 bestimmt.

#### Beispiel 3: Herstellung von Metallverbundelementen mit PUR/PIR-Schaum

**[0064]** Ein PUR/PIR-Schaum wurde in üblicher Verfahrensweise auf einem Doppeltransportband unter Verwendung zweier Stahldeckschichten gemäß der nachfolgend aufgeführten Rezeptur erhalten:

– 71 Massen-% einer Polyolmischung (in der Terminologie der vorliegenden Erfindung Isocyanatreaktive Komponente D): aus:

64 Gewichtsteilen eines Polyesterpolyols aus Phthalsäureanhydrid, Adipinsäure, Diethylenglykol und Ethylenglykol mit einer OH-Zahl von 240 mg(KOH) / g (in der Terminologie der vorliegenden Erfindung Polyesterpolyol D1);

5 Gewichtsteilen eines Polyetherpolyols basierend auf TMP (Trimethylolpropan) und Ethylenoxid mit einer Funktionalität von 2 und einer OH-Zahl 240 mg(KOH) / g (in der Terminologie der vorliegenden Erfindung Polyetherpolyol D2); und

2,2 Gewichtsteilen Polyesterpolyol aus Phthalsäureanhydrid und Diethylenglykol, OH-Zahl 795 mg(KOH) / g

## Zusätzliche Komponenten:

- 20 Massen-% Flammschutzmittel TCPP (Tris(chlorpropyl)phosphat)
- 5 Massen-% Flammschutzmittel TEP (Triethylphosphat)
- 4 Massen-% Siliconhaltiger Stabilisator

**[0065]** Dieses wurde mit 5 Gewichtsteilen Carbonsäuresalz (PIR-Katalysator) und 13 Gewichtsteilen Treibmittel n-Pentan (in der Terminologie der vorliegenden Erfindung Komponente E) in der Reaktion zum PUR/PIR-Schaum umgesetzt.

**[0066]** Weiterhin wurde eine Isocyanat-Komponente eingesetzt. Sie im Fall des Vergleichsbeispiels 3-1 das bereits oben erwähnte 44V70L und im erfindungsgemäßen Beispiel 3-2 das Präpolymer aus Beispiel 2-4 (in der Terminologie der vorliegenden Erfindung Präpolymer C).

**[0067]** Die Isocyanat-Komponente und die Isocyanat-reaktive Komponente wurden im Vergleichsbeispiel 3-1 in einem Mischungsverhältnis von 100 Gewichtsteilen der Isocyanat-reaktiven Komponente zu 190 Gewichtsteilen der Isocyanat-Komponente umgesetzt und im erfindungsgemäßen Beispiel 3-2 in einem Mischungsverhältnis von 100 Gewichtsteilen der Isocyanat-reaktiven Komponente zu 220 Gewichtsteilen der Isocyanat-Komponente. Die Versuchsdurchführung erfolgte auf einer kontinuierlich verarbeitenden Anlage zu Herstellung von Metallverbundelementen.

**[0068]** Es wurde die Haftfestigkeit in Anlehnung an die Norm DIN 53292 überprüft. Die Durchführung unterschied sich dabei vom Zugversuch senkrecht zur Deckschicht nach DIN 53292-82 durch die unterschiedliche Probendicke und Anzahl der Deckschichten.

**[0069]** Beim Versuch nach DIN 53292-82 wird die gesamte Dicke der Deckschichten zugrunde gelegt. Dabei bestimmt der schwächste Bereich der Gesamtprobe den Bruchort. Demgegenüber erlaubte der Haftversuch in der hier beschriebenen Abwandlung eine seitenbezogene Beurteilung der Haftung.

**[0070]** Zur Probennahme wurde daher ein Verbundelement senkrecht zu den Deckschichten geschnitten. Bei der Messung wurden quadratische Proben verwendet, deren Seitenlänge 50 mm und deren Probenhöhe 15 mm (einschließlich der Deckschicht) betrug.

**[0071]** Für den Vergleich der Ergebnisse aus Beispiel 3-1 mit Beispiel 3-2 wurden jeweils 3 Vergleichsmessungen durchgeführt. Während für Beispiel 3-1 durchschnittliche Haftfestigkeiten von 0,15 MPa gemessen wurden, lagen diese für Beispiel 3-2 im Bereich von 0,37 MPa. In einer Reproduktion dieses Ergebnisses konnten für Versuch 3-2 sogar noch etwas höhere Haftfestigkeiten von > 0,40 MPa ermittelt werden.

**[0072]** Ebenfalls wurde die Blasenbildung nach Temperung bei 105 °C für 1 h überprüft. Hier zeigte sich für Versuch 3-2 ein störungsfreier Grenzbereich zwischen Schaum und metallischer Deckschicht.

**ZITATE ENHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**Zitierte Patentliteratur**

- DE 69132613 T2 [0003]
- WO 94/29361 A1 [0004]
- DE 2823762 A1 [0005]
- DE 19823392 A1 [0006]
- EP 0497131 A2 [0007]
- DE 19601410 A1 [0008]
- WO 2009/055436 A1 [0009]
- DE 1111394 [0039]
- DE 1222669 [0039]
- US 3304273 A [0039]
- US 3383351 A [0039]
- US 3523093 A [0039]
- DE 1152536 [0039]
- GB 1040452 [0039]
- DE 1152537 [0039]
- GB 987618 [0039]
- EP 011752 B [0039]
- US 4304708 A [0039]
- US 4374209 A [0039]
- DE 3231497 A [0039]

**Zitierte Nicht-Patentliteratur**

- ISO 14896 [0015]
- DIN 53019 Teil 1 [0017]
- DIN 53240 ("Bestimmung der Hydroxylzahl") [0021]
- DIN 53019 Teil 1 [0027]
- DIN 53019 Teil 1 [0028]
- ISO 14896 [0028]
- DIN 53421 [0041]
- DIN EN ISO 604 [0041]
- DIN 53240 [0054]
- DIN 53292 [0057]
- DIN 53019 Teil 1 [0063]
- ISO 14896 [0063]
- Norm DIN 53292 [0068]
- DIN 53292-82 [0068]
- DIN 53292-82 [0069]

### Patentansprüche

1. Isocyanat-terminiertes Präpolymer C mit einem NCO-Gehalt von  $\geq 26,0$  Massen-% bis  $\leq 31,0$  Massen-%, bezogen auf die Masse des Präpolymers C, erhältlich aus der Reaktion von
  - (i) einer Isocyanat-Zusammensetzung A mit einer Viskosität bei 25 °C von  $\geq 60$  mPas bis  $\leq 800$  mPas, umfassend  $\geq 25$  Massen-% bis  $\leq 60$  Massen-% monomeres Diphenylmethandiisocyanat A1 und  $\geq 40$  Massen-% bis  $\leq 75$  Massen-% polymeres Diphenylmethandiisocyanat A2, wobei die Summe der Anteile der Komponenten A1 und A2  $\leq 100$  Massen-% beträgt, mit
  - (ii) einem Polyesteretherpolyol B mit einer durchschnittlichen Funktionalität von  $\geq 1,9$  bis  $\leq 2,1$  und einer OH-Zahl von  $\geq 200$  mg(KOH) / g bis  $\leq 500$  mg(KOH) / g, erhalten aus der Reaktion von einer Dicarbonsäure und/oder einem Dicarbonsäurederivat B1 mit mindestens einem Polyol B2 sowie mit einem Epoxid B3, wobei das Polyesteretherpolyol B in Gehalten von  $\geq 1,5$  Massen-% bis  $\leq 6,0$  Massen-%, bezogen auf die Summe der Massen von A und B, eingesetzt wird.
2. Präpolymer gemäß Anspruch 1 mit einer Viskosität bei 25 °C von  $\geq 300$  mPas bis  $\leq 1600$  mPas.
3. Präpolymer gemäß Anspruch 1, wobei die Komponente A eine Viskosität bei 25 °C von  $\geq 90$  mPas bis  $\leq 300$  mPas und einen NCO-Gehalt von  $\geq 30$  Massen-% bis  $\leq 33$  Massen-% aufweist.
4. Präpolymer gemäß Anspruch 1, wobei das Polyesteretherpolyol B erhalten wird aus der Reaktion von Phthalsäureanhydrid als Komponente B1, Diethylenglykol als Komponente B2 und Ethylenoxid als Komponente B3.
5. Polyurethan-/Polyisocyanuratpolymer, erhältlich aus der Reaktion eines Präpolymers C gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4 mit einer Isocyanat-reaktiven Komponente D.
6. Polyurethan-/Polyisocyanuratpolymer gemäß Anspruch 5, wobei im Reaktionsgemisch der Komponenten C und D das molare Verhältnis von Isocyanat-Gruppen zu Hydroxyl-Gruppen  $\geq 1:1$  bis  $\leq 5:1$  beträgt.
7. Polyurethan-/Polyisocyanuratpolymer gemäß Anspruch 5, wobei die Reaktion des Präpolymers C mit der Isocyanat-reaktiven Komponente D in Gegenwart eines Treibmittels E stattfindet.
8. Polyurethan-/Polyisocyanuratpolymer gemäß Anspruch 5, wobei die Isocyanat-reaktive Komponente D  $\geq 50$  Massen-% bis  $\leq 95$  Massen-% eines Polyesterpolyols D1 und  $\geq 5$  Massen-% bis  $\leq 50$  Massen-% eines Polyetherpolyols D2, jeweils bezogen auf die Gesamtmasse der Komponente D, umfasst und wobei weiterhin die Summe der Anteile der Komponenten D1 und D2  $\leq 100$  Massen-% beträgt.
9. Polyurethan-/Polyisocyanuratpolymer gemäß Anspruch 8, wobei das Polyesterpolyol D1 eine durchschnittliche Funktionalität von  $\geq 1,9$  bis  $\leq 2,1$  und eine OH-Zahl von  $\geq 220$  mg(KOH) / g bis  $\leq 270$  mg(KOH) / g aufweist und weiterhin aus der Reaktion von Phthalsäure und/oder Phthalsäureanhydrid sowie Adipinsäure, Diethylenglykol und Ethylenglykol erhalten wird.
10. Polyurethan-/Polyisocyanuratpolymer gemäß Anspruch 8, wobei das Polyetherpolyol D2 ein auf Trimethylolpropan gestartetes Polyoxyethylen- und/oder Polyoxypropylenpolyol mit einer OH-Zahl von  $\geq 200$  mg(KOH) / g bis  $\leq 300$  mg(KOH) / g ist.
11. Verbundelement, umfassend eine ein Polyurethan-/Polyisocyanuratpolymer gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 5 bis 10 umfassende Schicht und eine Deckschicht.
12. Verbundelement gemäß Anspruch 11, wobei das Material der Deckschicht Aluminium, Stahl, Bitumen, Papier, ein Mineral-Vliesstoff, ein organische Fasern umfassender Vliesstoff, eine Kunststoff-Platte, eine Kunststoff-Folie und/oder eine Holzplatte ist.
13. Verbundelement gemäß Anspruch 11, wobei die Haftfestigkeit zwischen der ein Polyurethan-/Polyisocyanuratpolymer gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 5 bis 9 umfassenden Schicht und der Deckschicht  $\geq 0,20$  N/mm<sup>2</sup> beträgt.

14. Verwendung eines Polyurethan-/Polyisocyanuratpolymers gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 5 bis 10 als Isolationsschaum und/oder als Haftvermittler in Verbundelementen, wobei die Verbundelemente eine ein Polyurethan-/Polyisocyanuratpolymer gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 5 bis 10 umfassende Schicht und eine Deckschicht umfassen.

Es folgt kein Blatt Zeichnungen