



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2008 024 352 A1** 2009.11.26

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2008 024 352.3**

(22) Anmeldetag: **20.05.2008**

(43) Offenlegungstag: **26.11.2009**

(51) Int Cl.⁸: **C09D 175/02** (2006.01)
C09D 5/08 (2006.01)

(71) Anmelder:
Bayer MaterialScience AG, 51373 Leverkusen, DE

(72) Erfinder:
Schmidt, Axel, Dr., 51375 Leverkusen, DE;
Homann, Malte, Dr., 51519 Odenthal, DE;
Wieschen, Andreas, 51371 Leverkusen, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Polyharnstoffzusammensetzung**

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft Werkstoffe mit erhöhtem Biegemodul aus Polyharnstoffzusammensetzungen.

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft Werkstoffe mit erhöhtem Biegemodul aus Polyharnstoffzusammensetzungen.

[0002] Zweikomponenten-Beschichtungssysteme auf Polyurethan- oder Polyharnstoff-Basis sind bekannt und werden in der Technik eingesetzt. In der Regel enthalten sie eine flüssige Polyisocyanatkomponente und eine flüssige isocyanatreaktive Komponente. Durch Reaktion von Polyisocyanaten mit Aminen als isocyanatreaktive Komponente entstehen Polyharnstoff-Beschichtungen. Amine und Isocyanate reagieren jedoch meistens sehr schnell miteinander. Typische Topf- oder Gelierzeiten betragen oft nur wenige Sekunden. Deshalb können solche Polyharnstoff-Beschichtungen nicht manuell, sondern nur mit speziellen Spritzapparaturen appliziert werden.

[0003] Beschichtungen aus Polyharnstoffen sind insbesondere deshalb interessant, weil die Reaktion von Polyisocyanaten mit Aminen außerordentlich schnell verläuft und die beschichteten Oberflächen sehr schnell (wieder) gebrauchsfähig sind. Darüber hinaus führt die Anwesenheit von Harnstoff-Gruppen in Polyurethanen zu einem sehr günstigen Verhältnis von Härte zu Elastizität, was in vielen Beschichtungsanwendungen wie z. B. der Beschichtung von Rohren sehr erwünscht ist. Häufig werden als Amine bestimmte aromatische Diamine eingesetzt, deren Reaktion mit Isocyanaten unter Ausbildung von entsprechenden Polyharnstoffsystemen verhältnismäßig langsam verläuft, was die Verarbeitbarkeit und die Materialeigenschaften verbessert.

[0004] US-A 3,428,610 und US-A 4,463,126 offenbaren die Herstellung von Polyurethan/Polyharnstoff-Elastomeren durch Aushärtung von NCO-funktionellen Prepolymeren mit aromatischen Diaminen. Bevorzugt sind dies di-primäre aromatische Diamine, welche in ortho-Position zu jeder Aminogruppe mindestens einen Alkylsubstituenten mit 2–3 Kohlenstoffatomen und gegebenenfalls außerdem in weiteren ortho-Positionen zu den Aminogruppen Methylsubstituenten aufweisen, wie zum Beispiel Diethyltoluyldiamin (DETDA), ein Isomerenmisch aus den isomeren Formen 2,6-Diamino-3,5-diethyltoluol und 2,4-Diamino-3,5-diethyltoluol.

[0005] US-A 4,463,126 beschreibt ein Verfahren zur Herstellung von lösemittelfreien elastischen Beschichtungen, bei dem auf Isophorondiisocyanat (IPDI) und Polyetherpolyolen basierende NCO-Prepolymere bei Raumtemperatur mit sterisch gehinderten di-primären aromatischen Diaminen ausgehärtet werden.

[0006] Zur Flexibilisierung solcher Polyharnstoff-Beschichtungen können den aromatischen Diaminen gemäß EP-A 1 486 522 beispielsweise Polyhydroxyverbindungen wie Polyether- oder Polyesterpolyole, Prepolymere des Hexamethylendiisocyanats (HDI), sowie dessen Di- und Trimeren oder auch aminterminierte Polyether zugesetzt werden. Diese Möglichkeiten zur Flexibilisierung der Polyharnstoff-Beschichtungen weisen jedoch folgende Nachteile auf: beim Einsatz von Polyethern und Polyestern steigt die Härtingszeit beträchtlich an, da die NCO/OH-Reaktion deutlich langsamer als die NCO/NH₂-Reaktion ist. Darüber hinaus weisen Polyester eine hohe Viskosität auf, was deren Verarbeitung in diesen hoch reaktiven Mischungen erheblich erschwert. Auch einfache Prepolymere von HDI oder dessen Oligomeren zeigen eine zu hohe Viskosität und darüber hinaus Unverträglichkeiten im ausreagierten Polyharnstoff (inhomogene Beschichtungen). Da die Reaktivität von aminterminierten Polyethern und aromatischen Diaminen sehr unterschiedlich ist, resultieren auch hierbei inhomogene Systeme.

[0007] Von Nachteil ist bei solchen Systemen auch, dass die aromatischen Diamine zu starker Vergilbung neigen.

[0008] Polyharnstoffe können auch zur Beschichtung von Rohren eingesetzt werden, wie beispielsweise in EP-A 0 936 235 beschrieben. Derartige Beschichtungen werden durch Mischen eines flüssigen aliphatischen Polyisocyanats, welches daneben noch ein flüssiges Epoxidharz enthalten kann, mit einem flüssigen aromatischen Polyamin erhalten.

[0009] Bei der Beschichtung von Rohren, die für den Einsatz im direkten Kontakt mit Trinkwasser bestimmt sind, wird der Einsatz aromatischer Rohstoffe oft als nachteilig angesehen. So könnten aus aromatischen Isocyanaten unter bestimmten Bedingungen aromatische Amine freigesetzt werden. Aus gleichem Grund wird der Einsatz aromatischer Amine als Kettenverlängerer oft kritisch gesehen, denn aromatische Amine werden von den zuständigen Zulassungsbehörden als unerwünscht eingestuft, was an sehr niedrigen Migrationsschwellenwerten erkennbar ist. Demgegenüber besitzen aliphatische Amine teilweise um den Faktor 100 bis 1000 höhere zulässige Migrationsschwellenwerte. Insofern sind rein aliphatische Bindemittel für derartige Anwendungen aus toxikologischer und zulassungsrechtlicher Sicht vorteilhaft.

[0010] Primäre, aliphatische Amine besitzen jedoch eine deutlich höhere Reaktivität gegenüber Isocyanaten als aromatische Amine. Die Reaktivität kann jedoch durch die Überführung eines primären Amins in ein sekundäres Amin reduziert werden. Insbesondere die Umsetzung mit Maleinsäurediestern im Sinne einer Michaeladdition oder aber die Umsetzung mit sterisch gehinderten Carbonylverbindungen im Sinne einer reduktiven Aminierung führt zu aliphatischen Diamin-Kettenverlängerern mit einer Reaktivität, die einen guten Kompromiss aus Verarbeitungszeit und Aushärtezeit bietet. Die Verwendung solcher sogenannter Asparaginsäureester als Kettenverlängerer in Polyharnstoffbeschichtungen ist prinzipiell bekannt.

[0011] WO2004/033517, EP-A 0 403 921 und US-A 5,126,170 offenbaren die Bildung von Polyharnstoff-Beschichtungen durch Reaktion von Polyasparaginsäureestern mit Polyisocyanaten. Polyasparaginsäureester besitzen eine niedrige Viskosität und eine verringerte Reaktivität gegenüber Polyisocyanaten und können daher zur Herstellung lösemittelfreier Beschichtungsmittel mit verlängerten Topzeiten eingesetzt werden.

[0012] Solche Zusammensetzungen sind trotz hoher Zugfestigkeiten und Bruchdehnungen jedoch nur bedingt für den Einsatz als Rohrbeschichtung geeignet. Insbesondere bei der Reparaturbeschichtung von Rohren ist entscheidend, dass die Beschichtung selbsttragend ist und auch nach Wegfall des ursprünglichen Rohres intakt bleibt. Dies gilt vor allem bei Rohren, die in sich ständig bewegender Umgebung, wie beispielsweise im Erdreich unter stark befahrenen Straßen, verlegt sind. Diese Bewegungen führen zu einer Verformung bzw. Biegung des Rohres und damit einer mechanischen Beanspruchung der Beschichtung. Die Widerstandsfähigkeit eines Polymers gegenüber einer solchen (langsamen) Biegebeanspruchung kann durch den Biegemodul beschrieben werden.

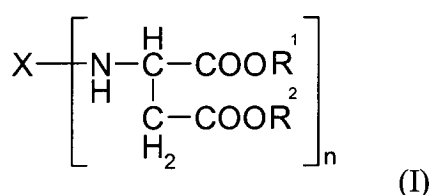
[0013] Der vorliegenden Erfindung lag daher die Aufgabe zugrunde, eine Polyharnstoffbeschichtung zu entwickeln,

- a) die in ihrer Reaktivität vergleichbar ist mit Beschichtungen, die auf aromatischen Aminen basieren,
- b) zu deren Herstellung im wesentlichen aliphatische Kettenverlängerer Verwendung finden und
- c) die einen hohen Biegemodul besitzt.

[0014] Gelöst wurde diese Aufgabe durch die Verwendung einer Kombination von Polyasparaginsäureestern mit speziellen aminischen Kettenverlängerern, die nachweislich den Biegemodul erhöhen, ohne dabei die übrigen mechanischen Eigenschaften nachteilig zu beeinflussen.

[0015] Gegenstand der vorliegenden Erfindung sind daher Zweikomponenten-Beschichtungssysteme, wenigstens enthaltend

- A) ein Polyisocyanat-Prepolymer, das über Allophanatgruppen gebundene Polyethergruppen aufweist und
- B) ein Gemisch von Polyaminen bei dem
- B1) mindestens 75 mol-% aller NH-Gruppen aus einem aminofunktionellen Polyasparaginsäureester der allgemeinen Formel (I)



in der

X für einen n-wertigen organischen Rest steht, der durch Entfernung der primären Aminogruppen eines n-wertigen Polyamins erhalten wird,

R1 und R2 für gleiche oder verschiedene organische Reste stehen, die unter den Reaktionsbedingungen gegenüber Isocyanatgruppen inert sind und

n für eine ganze Zahl von mindestens 2 stehen und

B2) höchstens 25 mol-% aller NH-Gruppen aus einem cycloaliphatischen Diamin oder aromatischen Diamin stammen sowie

C) gegebenenfalls weitere Polyisocyanate.

[0016] Die in Komponente A) eingesetzten Allophanate sind erhältlich, indem

A1) ein oder mehrere aliphatische und/oder cycloaliphatische Polyisocyanate mit

A2) einer oder mehreren Polyhydroxyverbindungen, wobei wenigstens eine ein Polyetherpolyol ist,

zu einem NCO-funktionellen Polyurethanprepolymer umgesetzt werden und dessen so gebildete Urethangrup-

pen dann anschließend unter Zugabe von

- A3) Polyisocyanaten, welche verschieden von denen aus A1) sein können und
- A4) Katalysatoren
- A5) gegebenenfalls Stabilisatoren

teilweise oder vollständig allophanatisiert werden.

[0017] Beispiele für geeignete aliphatische und cycloaliphatische Polyisocyanate A1) sind Di- oder Triisocyanate wie Butandiisocyanat, Pentandiisocyanat, Hexandiisocyanat (Hexamethylendiisocyanat, HDI), 4-Isocyanatomethyl-1,8-octandiisocyanat (Triisocyanatononan, TIN) oder cyclische Systeme, wie 4,4'-Methylenbis(cyclohexylisocyanat), 3,5,5-Trimethyl-1-isocyanato-3-isocyanatomethylcyclohexan (Isophorondiisocyanat, IPDI) sowie ω,ω' -Diisocyanato-1,3-dimethylcyclohexan (H_6 XDI).

[0018] Bevorzugt werden in den Komponenten A1) und A3) Hexandiisocyanat (Hexamethylendiisocyanat, HDI), 4,4'-Methylenbis(cyclohexylisocyanat) und/oder 3,5,5-Trimethyl-1-isocyanato-3-isocyanatomethylcyclohexan (Isophorondiisocyanat, IPDI) als Polyisocyanate eingesetzt. Ein ganz besonders bevorzugtes Polyisocyanat ist HDI.

[0019] Bevorzugt werden in A1) und A3) Polyisocyanate des gleichen Typs eingesetzt.

[0020] Als Polyhydroxyverbindungen der Komponente A2) können alle dem Fachmann bekannten Polyhydroxyverbindungen eingesetzt werden, welche bevorzugt eine mittlere OH-Funktionalität von größer oder gleich 1,5 aufweisen, wobei wenigstens eine der in A2) enthaltenen Verbindungen ein Polyetherpolyol sein muss.

[0021] Geeignete in A2) einsetzbare Polyhydroxyverbindungen sind niedermolekulare Diole (z. B. 1,2-Ethandiol, 1,3- bzw. 1,2 Propandiol, 1,4-Butandiol), Triole (z. B. Glycerin, Trimethylolpropan) und Tetraole (z. B. Pentaerythrit), Polyetherpolyole, Polyesterpolyole, Polycarbonatpolyole sowie Polythioetherpolyole. Bevorzugt werden in A2) ausschließlich als Polyhydroxyverbindungen Substanzen der vorstehend genannten Art auf Polyetherbasis eingesetzt.

[0022] Bevorzugt weisen die in A2) eingesetzten Polyetherpolyole zahlenmittlere Molekulargewichte M_n von 300 bis 20000 g/mol, besonders bevorzugt 1000 bis 12000 g/mol, ganz besonders bevorzugt 2000 bis 6000 g/mol auf.

[0023] Ferner besitzen sie bevorzugt eine mittlere OH-Funktionalität von $\geq 1,9$, besonders bevorzugt $\geq 1,95$.

[0024] Solche Polyetherpolyole sind in an sich bekannter Weise durch Alkoxylierung von geeigneten Starter-Molekülen unter Basenkatalyse oder Einsatz von Doppelmetallcyanidverbindungen (DMC-Verbindungen) zugänglich.

[0025] Besonders geeignete Polyetherpolyole der Komponente A2) sind solche der vorstehend genannten Art mit einem Gehalt an ungesättigten Endgruppen von kleiner oder gleich 0,02 Milliäquivalenten pro Gramm Polyol (meq/g), bevorzugt kleiner oder gleich 0,015 meq/g, besonders bevorzugt kleiner oder gleich 0,01 meq/g (Bestimmungsmethode ASTM D2849-69).

[0026] Derartige Polyetherpolyole sind in an sich bekannter Weise durch Alkoxylierung von geeigneten Starter-Molekülen, insbesondere unter Verwendung von Doppelmetallcyanid-Katalysatoren (DMC-Katalyse) herstellbar. Dies ist z. B. in der US-A 5,158,922 (z. B. Beispiel 30) und EP-A 0 654 302 (S. 5, Z. 26 bis S. 6, Z. 32) beschrieben.

[0027] Geeignete Starter-Moleküle für die Herstellung von Polyetherpolyolen sind beispielsweise einfache, niedermolekulare Polyole, Wasser, organische Polyamine mit mindestens zwei N-H-Bindungen oder beliebige Gemische derartiger Starter-Moleküle. Für die Alkoxylierung geeignete Alkylenoxide sind insbesondere Ethylenoxid und/oder Propylenoxid, die in beliebiger Reihenfolge oder auch im Gemisch bei der Alkoxylierung eingesetzt werden können.

[0028] Bevorzugte Starter-Moleküle zur Herstellung von Polyetherpolyolen durch Alkoxylierung, insbesondere nach dem DMC-Verfahren, sind insbesondere einfache Polyole wie Ethylenglykol, Propylenglykol-1,3- und Butandiol-1,4, Hexandiol-1,6, Neopentylglykol, 2-Ethylhexandiol-1,3, Glycerin, Trimethylolpropan, Pentaerythrit sowie niedermolekulare, Hydroxylgruppen aufweisende Ester derartiger Polyole mit Dicarbonsäuren der

nachstehende beispielhafte genannten Art oder niedermolekulare Ethoxylierungs- oder Propoxylierungsprodukte derartiger einfacher Polyole oder beliebige Gemische derartiger modifizierter oder nicht modifizierter Alkohole.

[0029] Die Herstellung der isocyanatgruppenhaltigen Polyurethanprepolymere als Zwischenstufe erfolgt durch Umsetzung der Polyhydroxyverbindungen der Komponente A2) mit überschüssigen Mengen der Polyisocyanate aus A1). Die Umsetzung erfolgt im Allgemeinen bei Temperaturen von 20 bis 140°C, bevorzugt bei 40 bis 100°C, gegebenenfalls unter der Verwendung von aus der Polyurethanchemie an sich bekannten Katalysatoren wie beispielsweise Zinn-Seifen, z. B. Dibutylzinndilaurat, oder tertiären Aminen, z. B. Triethylamin oder Diazabicyclooctan.

[0030] Die Allophanatisierung erfolgt dann anschließend durch Umsetzung der isocyanatgruppenhaltigen Polyurethanprepolymere mit Polyisocyanaten A3), welche gleich oder verschieden zu denen der Komponente A1) sein können, wobei geeignete Katalysatoren A4) zur Allophanatisierung zugesetzt werden. Typischerweise wird anschließend zur Stabilisierung die sauren Additive der Komponente A5) zugesetzt und überschüssiges Polyisocyanats, z. B. durch Dünnschichtdestillation oder Extraktion aus dem Produkt entfernt.

[0031] Das Molverhältnis der OH-Gruppen der Verbindungen der Komponente A2) zu den NCO-Gruppen der Polyisocyanate aus A1) und A3) beträgt bevorzugt 1:1,5 bis 1:20, besonders bevorzugt 1:2 bis 1:15, ganz besonders bevorzugt 1:2 bis 1:10.

[0032] Bevorzugt werden in A4) als Katalysatoren Zink(II)-Verbindungen eingesetzt, wobei dies besonders bevorzugt Zink-Seifen längerkettiger, verzweigter oder unverzweigter, aliphatischer Carbonsäuren sind. Bevorzugte Zink(II)-Seifen sind solche auf Basis von 2-Ethylhexansäure sowie den linearen, aliphatischen C₄- bis C₃₀-Carbonsäuren. Ganz besonders bevorzugte Verbindungen der Komponente A4) sind Zn(II)bis(2-ethylhexanoat), Zn(II)bis(n-oktoat), Zn(II)bis(stearat) oder deren Mischungen.

[0033] Diese Allophanatisierungskatalysatoren werden typischerweise in Mengen von 5 ppm bis zu bis 5 Gew.-%, bezogen auf die gesamte Reaktionsmischung, eingesetzt. Bevorzugt werden 5 bis 500 ppm des Katalysators, besonders bevorzugt 20 bis 200 ppm, eingesetzt.

[0034] Gegebenenfalls können vor während oder nach der Allophanatisierung auch stabilisierend wirkende Zusätze verwendet werden. Dies können saure Additive wie Lewis-Säuren (Elektronenmangelverbindungen) oder Brønstedt-Säuren (Protonensäuren) oder solche Verbindungen sein, welche unter Reaktion mit Wasser derartige Säuren freisetzen

[0035] Dies sind beispielsweise anorganische oder organische Säuren oder auch neutrale Verbindungen wie Säurehalogenide oder Ester sein, welche mit Wasser zu den entsprechenden Säuren reagieren. Genannt seien hier insbesondere Salzsäure, Phosphorsäure, Phosphorsäureester, Benzoylchlorid, Isophthalsäuredichlorid, p-Toluolsulfonsäure, Ameisensäure, Essigsäure, Dichloressigsäure und 2-Chlorpropionsäure.

[0036] Die vorgenannten sauren Additive können auch zur Deaktivierung des Allophanatisierungskatalysators eingesetzt werden. Sie verbessern darüber hinaus die Stabilität der erfindungsgemäß hergestellten Allophanate, z. B. bei thermischer Belastung während der Dünnschichtdestillation oder auch nach der Herstellung bei Lagerung der Produkte.

[0037] Die sauren Additive werden in der Regel mindestens in einer solchen Menge zugegeben, dass das Molverhältnis der sauren Zentren des sauren Additivs und des Katalysators mindestens 1:1 beträgt. Vorzugsweise wird jedoch ein Überschuss des sauren Additivs zugesetzt.

[0038] Sofern überhaupt saure Additive verwendet werden sind dies bevorzugt organische Säuren wie Carbonsäuren oder Säurehalogenide wie Benzoylchlorid oder Isophthaldichlorid.

[0039] Soll überschüssiges Diisocyanat abgetrennt werden, ist die Dünnschichtdestillation das bevorzugte Verfahren und wird in der Regel bei Temperaturen von 100 bis 160°C und einem Druck von 0,01 bis 3 mbar durchgeführt. Der Restmonomergehalt beträgt danach bevorzugt weniger als 1 Gew.-%, besonders bevorzugt weniger als 0,5 Gew.-% (Diisocyanat).

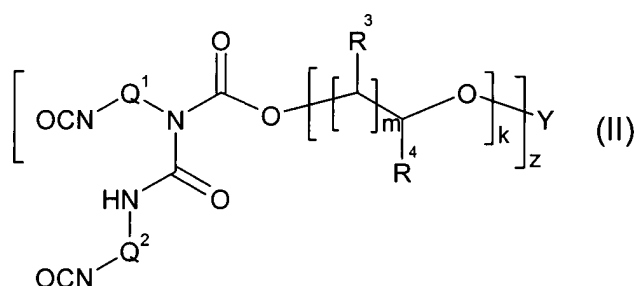
[0040] Die gesamten Verfahrensschritte können gegebenenfalls in Anwesenheit inerter Lösungsmittel durchgeführt werden. Als inerte Lösungsmittel sind dabei solche zu verstehen, die unter den gegebenen Reaktions-

bedingungen nicht mit den Edukten reagieren. Beispiele sind Ethylacetat, Butylacetat, Methoxypropylacetat, Methylethylketon, Methylisobutylketon, Toluol, Xylol, aromatische oder (cyclo-)aliphatische Kohlenwasserstoffgemische oder beliebige Gemische derartiger Lösungsmittel. Bevorzugt werden die erfindungsgemäßen Umsetzungen jedoch lösemittelfrei durchgeführt.

[0041] Die Zugabe der beteiligten Komponenten kann sowohl bei der Herstellung der isocyanatgruppenhaltigen Prepolymere als auch bei Allophanatisierung in beliebiger Reihenfolge erfolgen. Bevorzugt ist jedoch die Zugabe des Polyetherpolyols A2) zum vorgelegten Polyisocyanat der Komponenten A1) und A3) und schließlich die Zugabe des Allophanatisierungskatalysators A4).

[0042] In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung werden die Polyisocyanate der Komponenten A1) und A3) in einem geeigneten Reaktionsgefäß vorgelegt und, gegebenenfalls unter Rühren, auf 40 bis 100°C erwärmt. Nach Erreichen der gewünschten Temperatur werden unter Rühren dann die Polyhydroxyverbindungen der Komponente A2) zugegeben und solange gerührt, bis der theoretische NCO-Gehalt des nach der gewählten Stöchiometrie zu erwartenden Polyurethanprepolymers erreicht oder geringfügig unterschritten ist. Jetzt wird der Allophanatisierungskatalysator A4) zugegeben und die Reaktionsmischung solange auf 50 und 100°C erwärmt, bis der gewünschte NCO-Gehalt erreicht oder geringfügig unterschritten ist. Nach Zugabe von sauren Additiven als Stabilisatoren wird das Reaktionsgemisch abgekühlt oder direkt der Dünnschichtdestillation zugeführt. Dabei wird das überschüssige Polyisocyanat bei Temperaturen von 100 bis 160°C und einem Druck von 0,01 bis 3 mbar bis auf einen Restmonomergehalt von weniger als 1%, bevorzugt weniger als 0,5%, abgetrennt. Nach der Dünnschichtdestillation kann gegebenenfalls weiterer Stabilisator zugegeben werden.

[0043] Solche in den beanspruchten Zweikomponenten-Beschichtungssystemen eingesetzte Allophanate entsprechen typischerweise der allgemeinen Formel (II),



worin

Q^1 und Q^2 unabhängig voneinander der Rest eines linearen und/oder cyclischen aliphatischen Diisocyanats der genannten Art, bevorzugt $-(CH_2)_6-$, sind,

R^3 und R^4 unabhängig voneinander Wasserstoff oder ein C_1 - C_4 -Alkylrest sind, wobei R^3 und R^4 bevorzugt Wasserstoff und/oder Methylgruppen sind und in jeder Wiederholungseinheit k die Bedeutung von R^3 und R^4 verschieden sein kann,

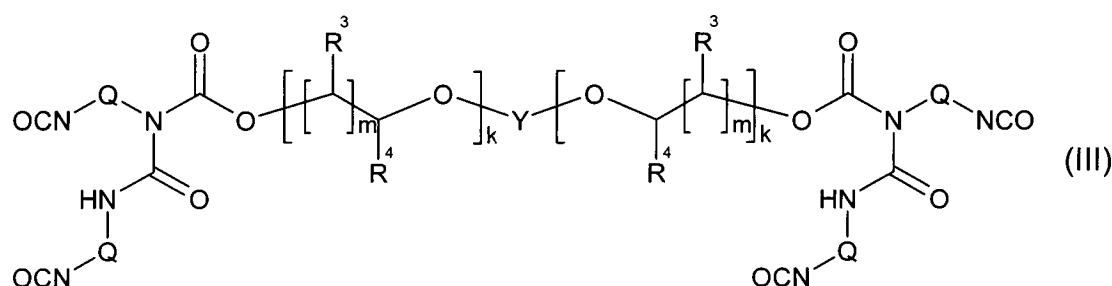
Y der Rest eines Starter-Moleküls der genannten Art mit einer Funktionalität von 2 bis 6 ist, und somit

z eine Zahl von 2 bis 6 ist, welche durch Verwendung von verschiedenen Starter-Molekülen selbstverständlich auch keine ganze Zahl sein muss, sowie

k bevorzugt so vielen Monomereinheiten entspricht, dass das zahlenmittlere Molekulargewicht des der Struktur zugrunde liegenden Polyethers 300 bis 20.000 g/mol beträgt und

m 1 oder 3 ist.

[0044] Vorzugsweise werden Allophanate erhalten, welche der allgemeinen Formel (III) entsprechen,



worin

Q für den Rest eines linearen und/oder cyclischen aliphatischen Diisocyanats der genannten Art, bevorzugt $-(CH_2)_6-$, steht,
 R^3 und R^4 unabhängig voneinander für Wasserstoff oder für einen C_1 - C_4 -Alkylrest stehen, wobei R^3 und R^4 bevorzugt Wasserstoff und/oder Methylgruppen sind wobei in jeder Wiederholungseinheit m die Bedeutung von R^3 und R^4 verschieden sein kann,
Y für den Rest eines difunktionellen Starter-Moleküls der genannten Art steht und
k so vielen Monomereinheiten entspricht, dass das zahlenmittlere Molekulargewicht des der Struktur zugrunde liegenden Polyethers 300 bis 20000 g/mol beträgt und
m gleich 1 oder 3 ist.

[0045] Da zur Herstellung der Allophanate der Formel (II) und (III) in der Regel Polyole auf Basis von polymerisiertem Ethylenoxid, Propylenoxid oder Tetrahydrofuran eingesetzt werden, so ist in den Formeln (II) und (III) im Falle von $m = 1$ besonders bevorzugt wenigstens ein Rest von R^3 und R^4 Wasserstoff, im Falle von $m = 3$ sind R^3 und R^4 Wasserstoff.

[0046] Die erfindungsgemäß in A) eingesetzten Allophanate haben typischerweise zahlenmittlere Molekulargewichte von 700 bis 50000 g/mol, bevorzugt 1500 bis 8000 g/mol und besonders bevorzugt 1500 bis 4000 g/mol.

[0047] Die erfindungsgemäß in A) eingesetzten Allophanate haben typischerweise Viskositäten bei 23°C von 500 bis 100000 mPas, bevorzugt 500 bis 50000 mPas und besonders bevorzugt von 1000 bis 7500 mPas, ganz besonders bevorzugt von 1000 bis 3500 mPas.

[0048] Die Gruppe X in Formel (1) der Polyasparaginsäureester der Komponente B1) basiert bevorzugt auf einem n-wertigen Polyamin ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Ethylendiamin, 1,2-Diaminopropan, 1,4-Diaminobutan, 1,6-Diaminohexan, 2-Methyl-1,5-Diaminopentan, 2,5-Diamino-2,5-dimethylhexan, 2,2,4- und/oder 2,4,4-Trimethyl-1,6-diaminohexan, 1,11-Diaminoundecan, 1,12-Diaminododecan, und Polyetherpolyaminen mit aliphatisch gebundenen primären Aminogruppen mit einem zahlenmittleren Molekulargewicht M_n von 148 bis 6000 g/mol.

[0049] Besonders bevorzugt basiert die Gruppe X auf 1,4-Diaminobutan, 1,6-Diaminohexan, 2-Methyl-1,5-Diaminopentan, 2,2,4- und/oder 2,4,4-Trimethyl-1,6-diaminohexan und ganz besonders bevorzugt auf 2-Methyl-1,5-Diaminopentan.

[0050] In Bezug auf die Reste R^1 und R^2 bedeutet „unter den Reaktionsbedingungen gegenüber Isocyanatgruppen inert“, dass diese Reste keine Gruppen mit Zerewitinoff-aktivem Wasserstoff (CH-acide Verbindungen; vgl. Römpf Chemie Lexikon, Georg Thieme Verlag Stuttgart) wie OH, NH oder SH aufweisen.

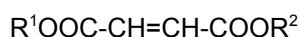
[0051] Bevorzugt sind R^1 und R^2 unabhängig voneinander C_1 - bis C_{10} -Alkylreste, besonders bevorzugt Methyl oder Ethylreste.

[0052] Bevorzugt ist n in Formel (I) eine ganze Zahl von 2 bis 6, besonders bevorzugt 2 bis 4.

[0053] Die Herstellung der aminofunktionellen Polyasparaginsäureester B) erfolgt in an sich bekannter Weise durch Umsetzung der entsprechenden primären Polyamine der Formel



mit Malein- oder Fumarsäureester der allgemeinen Formel



[0054] Geeignete Polyamine sind die oben als Basis für die Gruppe X genannten Diamine.

[0055] Beispiele geeigneter Malein- oder Fumarsäureester sind Maleinsäuredimethylester, Maleinsäurediethylester, Maleinsäuredibutylester und die entsprechenden Fumarsäureester.

[0056] Die Herstellung der aminofunktionellen Polyasparaginsäureester B) aus den genannten Ausgangsmaterialien erfolgt bevorzugt innerhalb des Temperaturbereichs von 0 bis 100°C, wobei die Ausgangsmaterialien in solchen Mengenverhältnissen eingesetzt werden, dass auf jede primäre Aminogruppe mindestens eine, vor-

zugsweise genau eine olefinische Doppelbindung entfällt, wobei im Anschluss an die Umsetzung gegebenenfalls im Überschuss eingesetzte Ausgangsmaterialien destillativ abgetrennt werden können. Die Umsetzung kann in Substanz oder in Gegenwart geeigneter Lösungsmittel wie Methanol, Ethanol, Propanol oder Dioxan oder Gemischen derartiger Lösungsmittel erfolgen.

[0057] Die cycloaliphatischen oder aromatischen Aminkettenverlängerer aus B2) sind ausgewählt aus der Gruppe 1,2-Diaminocyclohexan, 1,4-Diaminocyclohexan, 1,4-Di(aminomethyl)cyclohexan, 1-Amino-3,3,5-trimethyl-5-aminomethyl-cyclohexan, 2,4- und/oder 2,6-Hexahydrotoluyldiamin, 2,4'- und/oder 4,4'-Diamino-dicyclohexylmethan, 3,3'-Dimethyl-4,4'-diamino-dicyclohexylmethan, 3,3',5,5'-Tetramethyl-4,4'-diamino-dicyclohexylmethan, 2,4,4'-Triamino-5-methyl-dicyclohexylmethan, 1,3-Bis(aminomethyl)benzol sowie deren (Teil-)Umsetzungsprodukte mit Michaelakzeptoren ausgewählt aus der Gruppe Maleinsäurediethylester, Maleinsäuredimethylester, Acrylnitril sowie Gemischen daraus oder deren (Teil-)umsetzungsprodukte mit Dialkylketonen oder Aldehyden ausgewählt aus der Gruppe Aceton, Methylethylketon, Diethylketon, Methylisopropylketon, Methylisobutylketon, Methyl-tert.-butylketon, Cyclohexanon, tert.-butylaldehyd, Isopropylaldehyd im Sinne einer reduktiven Aminierung. Ferner können als Aminkettenverlängerer in B2) substituierte Toluyldiamine oder Methylenbis(aniline) eingesetzt werden. Im einzelnen seien genannt Diethyltoluyldiamine, Dimethylthiotoluyldiamine, insbesondere deren Isomere mit Amino-Gruppen in 2,4- und 2,6-Position, sowie Gemische daraus, 4,4'-Methylenbis(2-isopropyl-6-methylanilin), 4,4'-Methylenbis(2,6-diisopropylanilin), 4,4'-Methylenbis(2-ethyl-6-methylanilin), sowie 4,4'-Methylenbis(3-chloro-2,6-diethylanilin), 4,4'-Methylene-bis(2-chloroaniline). Bevorzugt ist jedoch die Verwendung der (Teil-)umsetzungsprodukte von 1-Amino-3,3,5-trimethyl-5-aminomethyl-cyclohexan, 2,4- und/oder 2,6-Hexahydrotoluyldiamin oder 2,4'- und/oder 4,4'-Diamino-dicyclohexylmethan mit Acrylnitril oder Maleinsäurediethylester, oder der (Teil-)umsetzungsprodukte von 1-Amino-3,3,5-trimethyl-5-aminomethyl-cyclohexan, 2,4- und/oder 2,6-Hexahydrotoluyldiamin oder 2,4'- und/oder 4,4'-Diamino-dicyclohexylmethan mit Aceton, Methylisobutylketon, Methyl-tert.-butylketon oder Cyclohexanon im Sinne einer reduktiven Aminierung oder die Verwendung von Diethyltoluyldiamin, Dimethylthiotoluyldiamin, insbesondere deren Isomere mit Amino-Gruppen in 2,4- und 2,6-Position sowie 4,4'-Methylenbis(2,6-diisopropylanilin), 4,4'-Methylenbis(3-chloro-2,6-diethylanilin).

[0058] Ganz besonders bevorzugt ist die Verwendung des Umsetzungsproduktes von 1-Amino-3,3,5-trimethyl-5-aminomethyl-cyclohexan mit Acrylnitril, Maleinsäurediethylester oder Aceton, sowie des Umsetzungsproduktes von 2,4'- und/oder 4,4'-Diamino-dicyclohexylmethan mit Maleinsäurediethylester oder Methylisobutylketon, oder die Verwendung von Diethyltoluyldiamin, 4,4'-Methylenbis(2,6-diisopropylanilin) sowie 4,4'-Methylenbis(3-chloro-2,6-diethylanilin).

[0059] Als weitere Polyisocyanate C) können prinzipiell alle an sich bekannten Folgeprodukte aliphatischer bzw. cycloaliphatischer Polyisocyanate mit Urettdion-, Biuret- und/oder Isocyanurat-Struktur eingesetzt werden, welche durch Modifizierung an sich bekannter monomerer Diisocyanate wie Butandiisocyanat, Pentandiisocyanat, Hexandiisocyanat (Hexamethylen-diisocyanat, HDI), 4-Isocyanatomethyl-1,8-octandiisocyanat (Triisocyanatononan, TIN) oder cyclische Systeme wie 4,4'-Methylenbis(cyclohexylisocyanat), 3,5,5-Trimethyl-1-isocyanato-3-isocyanatomethylcyclohexan (Isophorondiisocyanat, IPDI) sowie ω,ω' -Diisocyanato-1,3-dimethylcyclohexan (H_6 XDI), erhalten werden können.

[0060] Bevorzugt enthalten die erfindungsgemäßen Zusammensetzungen Polyisocyanate C) mit Urettdion-Struktur oder Isocyanurat-Struktur, besonders bevorzugt Urettdione oder Isocyanurate auf Basis Hexamethylen-diisocyanat (HDI) und ganz besonders bevorzugt Isocyanurate auf Basis Hexamethylen-diisocyanat (HDI).

[0061] Selbstverständlich können den erfindungsgemäßen Zusammensetzungen die üblichen Hilfs- und Zusatzstoffe wie Pigmente, (Lack-)Additive, Thixotropiermittel, Verlaufsmittel, Emulgatoren und Stabilisatoren zugegeben werden.

[0062] Der Zusatz von Katalysatoren zur Aushärtung ist typischerweise nicht nötig, jedoch prinzipiell möglich.

[0063] Die Herstellung der erfindungsgemäßen Zusammensetzungen erfolgt durch Mischen der Komponenten A), B) und gegebenenfalls C) in beliebiger Reihenfolge vor oder während der Applikation, beispielsweise als Beschichtung. Wird eine Komponente C) eingesetzt, so wird diese vorzugsweise erst mit der Komponente A) gemischt und die resultierende Mischung danach mit der Komponente B) ausgehärtet.

[0064] In den erfindungsgemäßen Zweikomponenten-Beschichtungssystemen beträgt das Verhältnis von

freien oder blockierten Aminogruppen zu freien NCO-Gruppen 0,5:1 bis 2:1, bevorzugt 0,5:1 bis 1,5:1, besonders bevorzugt 1:1 bis 1,5:1.

[0065] Zur Herstellung der erfindungsgemäßen Zweikomponenten-Beschichtungssystemen werden die Einzelkomponenten miteinander vermischt.

[0066] Die genannten Beschichtungsmittel können mit den an sich bekannten Techniken wie Sprühen, Tauchen, Fluten, Rollen, Streichen oder Gießen auf Oberflächen appliziert werden. Nach dem Ablüften gegebenenfalls vorhandener Lösungsmittel, härten die Beschichtungen dann bei Umgebungsbedingungen oder auch bei höheren Temperaturen von beispielsweise 40 bis 200°C.

[0067] Die genannten Zusammensetzungen können beispielsweise auf Metalle wie Eisen, Stahl, Aluminium, Bronze, Messing, Kupfer, Kunststoffe, keramische Materialien wie Glas, Beton, Stein sowie Naturstoffe aufgebracht werden, wobei die genannten Substrate zuvor einer gegebenenfalls notwendigen Vorbehandlung unterzogen worden sein können.

[0068] Bevorzugt werden die Zusammensetzungen auf Eisen oder Stahl aufgebracht, wobei die Oberflächen und/oder die Werkstoffe insgesamt durch Korrosion geschädigt sein können. Aufgrund ihrer raschen Aushärtung und Werkstoffeigenschaften insgesamt sind die erfindungsgemäßen Zusammensetzungen insbesondere auch zur (Innen-)Beschichtung von Rohren und Speicherbehältnissen geeignet, speziell zur Beschichtung von Rohren zur Beförderung von und Speicherbehältnissen für Mineralöl, Wasser, insbesondere Trinkwasser, Gasen oder Chemikalien. Die erfindungsgemäßen Zusammensetzungen können auch zur Beschichtung von Dächern, Parkflächen, Ballasttanks in Schiffen, Ladeflächen in Schiffen oder Fahrzeugen, Fußböden, Schwimmbädern, Kanalschächten, Aquarien, Tunneln eingesetzt werden. Die genannten Zusammensetzungen können auch in Kombination mit Glasfasern oder sogenannten Geotextilien als Kompositharz verwendet werden.

Beispiele:

Polyisocyanat 1: Desmodur® N3600, Bayer MaterialScience AG, Deutschland.

Polyisocyanat 2: Desmodur® XP2599, Bayer MaterialScience AG, Deutschland.

Amin 1: Desmophen® NH1220, Bayer MaterialScience AG, Deutschland.

Amin 3: Ethacure® 100 (DETDA), Albemarle, USA.

Amin 4: Jefflink® 754, Huntsman, USA.

Amin 5: Desmophen® NH1420, Bayer MaterialScience AG, Deutschland.

Amin 6: 4,4'-Methylene-bis(2-chloroaniline) (M-BOCA), Sigma-Aldrich, Deutschland.

Amin 7: Polyclear® 136, Hansson Group LLC, USA.

Herstellung von Amin 2:

[0069] 4462 g Maleinsäurediethylester werden in 6650 g Methanol bei 40°C gelöst. 2207 g Isophorondiamin werden innerhalb von 90 min zugegeben. Es wird 20 h bei 40°C gerührt und das Lösemittel im Vakuum abdestilliert. Man erhält 6669 g Amin 2.

Beispiele	1	2	3	4	5
Polyisocyanat 1	50	50	50	50	50
Polyisocyanat 2	50	50	50	50	50
Amin 1	100	94	87	82	95
Anteil NH-Gruppen aus Amin 1	100%	94%	88%	83%	88%
Amin 2	0	6,4	12,8	18,4	0
Anteil NH-Gruppen aus Amin 2	0%	6%	12%	17%	0%
Amin 3	0	0	0	0	5
Anteil NH-Gruppen aus Amin 2	0%	0%	0%	0%	12%
NCO:NH	1,1:1,0	1,1:1,0	1,1:1,0	1,1:1,0	1,1:1,0
Gelzeit (sec)	130	120	140	160	120
Zugfestigkeit ISO EN 527 [MPa]:	9,7	10,5	9,3	11,0	10,8
Vergleich zu Beispiel 1	100	108%	96%	113%	111%
Bruchdehnung ISO EN 527 [%]:	117	104	100	105	89
Vergleich zu Beispiel 1	100%	89%	86%	90%	76%
Kerbschlagzähigkeit ISO EN 179-1 [kJ/m ²]	59,4	61,3	57,1	61,4	45,0
Vergleich zu Beispiel 1	100%	103%	96%	103%	76%
Biegemodul ASTM D790-03 [MPa]	65,0	81,0	115,0	170,0	252,0
Vergleich zu Beispiel 1	100%	125%	177%	262%	388%

Beispiele	1	6	7	8	9
Polyisocyanat 1	50	50	50	50	50
Polyisocyanat 2	50	50	50	50	50
Amin 1	100	97	93	90	86
Anteil NH-Gruppen aus Amin 1	100%	94%	88%	83%	78%
Amin 4	0	3	7	10	14
Anteil NH-Gruppen aus Amin 2	0%	6%	12%	17%	22%
NCO:NH	1,1:1,0	1,1:1,0	1,1:1,0	1,1:1,0	1,1:1,0
Gelzeit (sec)	130	120	110	110	105
Zugfestigkeit ISO EN 527 [MPa]:	9,7	9,6	10,2	10,3	11,0
Vergleich zu Beispiel 1	100%	99%	105%	106%	113%
Bruchdehnung ISO EN 527 [%]:	117	111	108	105	120
Vergleich zu Beispiel 1	100%	95%	92%	90%	103%
Kerbschlagzähigkeit ISO EN 179-1 [kJ/m ²]	59,4	55,6	62,3	57,7	61,1
Vergleich zu Beispiel 1	100%	94%	105%	97%	103%
Biegemodul ASTM D790-03 [MPa]	65	86	116	166	203
Vergleich zu Beispiel 1	100%	132%	178%	255%	312%

Beispiele	1	10	11	12	13
Polyisocyanat 1	50	50	50	50	50
Polyisocyanat 2	50	50	50	50	50
Amin 1	100	93	86	80	73
Anteil NH-Gruppen aus Amin 1	100%	94%	88%	83%	76%
Amin 5	0	7	14	20	27
Anteil NH-Gruppen aus Amin 2	0%	6%	12%	17%	24%
NCO:NH	1,1:1,0	1,1:1,0	1,1:1,0	1,1:1,0	1,1:1,0
Gelzeit (sec)	130	120	130	140	150
Zugfestigkeit ISO EN 527 [MPa]:	9,7	10,0	10,1	10,6	11,0
Vergleich zu Beispiel 1	100%	103%	104%	109%	113%
Bruchdehnung ISO EN 527 [%]:	117	117	119	111	108
Vergleich zu Beispiel 1	100%	100%	102%	95%	92%
Kerbschlagzähigkeit ISO EN 179-1 [kJ/m ²]	59,4	56,3	54,7	52,0	50,5
Vergleich zu Beispiel 1	100%	95%	92%	88%	85%
Biegemodul ASTM D790-03 [MPa]	65	98	146	220	320
Vergleich zu Beispiel 1	100%	151%	225%	339%	492%

Beispiele	1	14	15	16	17	18
Polyisocyanat 1	50	50	50	50	50	50
Polyisocyanat 2	50	50	50	50	50	50
Amin 1	100	96	93	89	85	93
Anteil NH-Gruppen aus Amin 1	100%	94%	88%	82%	76%	88%
Amin 6	0	6	7	11	15	0
Anteil NH-Gruppen aus Amin 2	0%	6%	12%	18%	24%	0%
Amin 7	0	0	0	0	0	7
Anteil NH-Gruppen aus Amin 2	0%	0%	0%	0%	0%	12%
NCO:NH	1,1:1,0	1,1:1,0	1,1:1,0	1,1:1,0	1,1:1,0	1,1:1,0
Gelzeit (sec)	130	80	90	100	110	105
Zugfestigkeit ISO EN 527 [MPa]:	9,7	11,5	11,4	11,2	11,6	11,5
Vergleich zu Beispiel 1	100%	119%	118%	115%	120%	119%
Bruchdehnung ISO EN 527	117	124	114	103	109	98
Vergleich zu Beispiel 1	100%	106%	97%	88%	93,2%	84%
Kerbschlagzähigkeit ISO EN 179-1 [kJ/m ²]	59,4	61,5	61,7	58,1	52,0	51,0
Vergleich zu Beispiel 1	100%	104%	104%	98%	88%	86%
Biegemodul ASTM D790-03 [MPa]	65	85	107	164	265	267
Vergleich zu Beispiel 1	100%	131%	165%	252%	408%	411%

[0070] Beispiel 1 enthält als Kettenverlängerer ausschließlich ein nicht cyclisches Diamin. Durch Zusatz unterschiedlicher cyclischer Diaminkettenverlängerer wird der Biegemodul um bis zu 492% des Ausgangswertes erhöht. Die übrigen Materialeigenschaften, wie Zugfestigkeit, Bruchdehnung und Kerbschlagzähigkeit bleiben dabei nahezu unverändert (Abweichungen vom Ausgangswert < 20%).

ZITATE ENTHALTEN 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

- US 3428610 A [0004]
- US 4463126 A [0004, 0005]
- EP 1486522 A [0006]
- EP 0936235 A [0008]
- WO 2004/033517 [0011]
- EP 0403921 A [0011]
- US 5126170 A [0011]
- US 5158922 A [0026]
- EP 0654302 A [0026]

Zitierte Nicht-Patentliteratur

- ASTM D2849-69 [0025]
- Römpf Chemie Lexikon, Georg Thieme Verlag Stuttgart [0050]
- ISO EN 527 [0069]
- ISO EN 527 [0069]
- ISO EN 179-1 [0069]
- ASTM D790-03 [0069]
- ISO EN 527 [0069]
- ISO EN 527 [0069]
- ISO EN 179-1 [0069]
- ASTM D790-03 [0069]
- ISO EN 527 [0069]
- ISO EN 527 [0069]
- ISO EN 179-1 [0069]
- ASTM D790-03 [0069]
- ISO EN 527 [0069]
- ISO EN 527 [0069]
- ISO EN 179-1 [0069]
- ASTM D790-03 [0069]

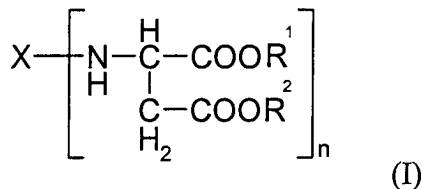
Patentansprüche

1. Zweikomponenten-Beschichtungssysteme, wenigstens enthaltend

A) ein Polyisocyanat-Prepolymer, das über Allophanatgruppen gebundene Polyethergruppen aufweist und

B) ein Gemisch von Polyaminen bei dem

B1) mindestens 75 mol-% aller NH-Gruppen aus einem aminofunktionellen Polyasparaginsäureester der allgemeinen Formel (I)



in der

X für einen n-wertigen organischen Rest steht, der durch Entfernung der primären Aminogruppen eines n-wertigen Polyamins erhalten wird,

R¹ und R² für gleiche oder verschiedene organische Reste stehen, die unter den Reaktionsbedingungen gegenüber Isocyanatgruppen inert sind und

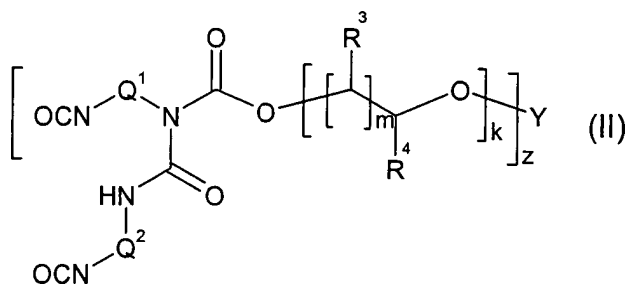
n für eine ganze Zahl von mindestens 2 steht

stammen und

B2) höchstens 25 mol-% aller NH-Gruppen aus einem cycloaliphatischen Diamin oder aromatischen Diamin stammen sowie

C) gegebenenfalls weitere Polyisocyanate.

2. Zweikomponenten-Beschichtungssysteme gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die zum Aufbau des Polyisocyanat-Prepolymers A eingesetzten Allophanate der allgemeinen Formel (II) entsprechen,



worin

Q¹ und Q² unabhängig voneinander der Rest eines linearen und/oder cyclischen aliphatischen Diisocyanats, bevorzugt -(CH₂)₆-, sind,

R³ und R⁴ unabhängig voneinander Wasserstoff oder ein C₁-C₄-Alkylrest sind, wobei R³ und R⁴ bevorzugt Wasserstoff und/oder Methylgruppen sind und in jeder Wiederholungseinheit k die Bedeutung von R³ und R⁴ verschieden sein kann,

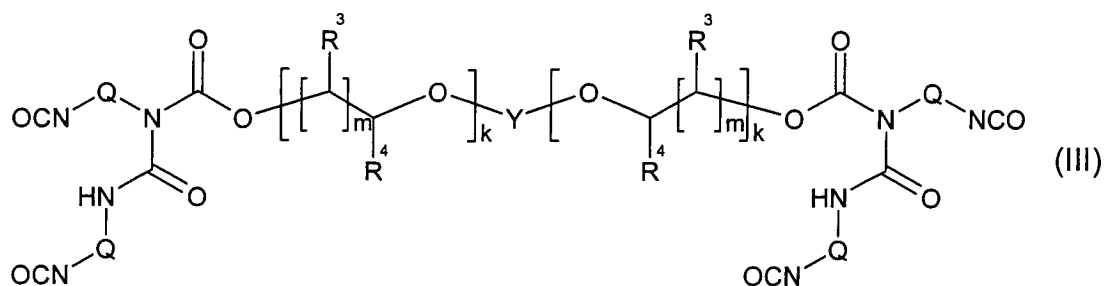
Y der Rest eines Starter-Moleküls mit einer Funktionalität von 2 bis 6 ist, und somit

z eine Zahl von 2 bis 6 ist, welche durch Verwendung von verschiedenen Starter-Molekülen keine ganze Zahl sein muss, sowie

k so vielen Monomereinheiten entspricht, dass das zahlenmittlere Molekulargewicht des der Struktur zugrunde liegenden Polyethers 300 bis 20.000 g/mol beträgt und

m 1 oder 3 ist.

3. Zweikomponenten-Beschichtungssysteme gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die zum Aufbau des Polyisocyanat-Prepolymers A eingesetzten Allophanate der allgemeinen Formel (III) entsprechen,



worin

Q für den Rest eines linearen und/oder cyclischen aliphatischen Diisocyanats, bevorzugt $-(CH_2)_6-$, steht, R_3 und R_4 unabhängig voneinander für Wasserstoff oder für einen C_1 - C_4 -Alkylrest stehen, wobei R_3 und R_4 bevorzugt Wasserstoff und/oder Methylgruppen sind wobei in jeder Wiederholungseinheit m die Bedeutung von R_3 und R_4 verschieden sein kann,

Y für den Rest eines difunktionellen Starter-Moleküls steht und

k so vielen Monomereinheiten entspricht, dass das zahlenmittlere Molekulargewicht des der Struktur zugrunde liegenden Polyethers 300 bis 20000 g/mol beträgt und

m gleich 1 oder 3 ist.

4. Verwendung der Zweikomponenten-Beschichtungssysteme gemäß Ansprüchen 1 bis 3 zur Beschichtung von Substraten.

5. Verwendung gemäß Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass es sich bei den Substraten um Rohrleitungen handelt.

6. Verwendung gemäß Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass es sich um Rohrrinnenbeschichtungen handelt.

7. Verwendung gemäß Ansprüchen 5 und 6, dadurch gekennzeichnet, dass es sich um Trinkwasserrohre handelt.

8. Verwendung gemäß Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass es sich bei den Substraten um Wasserspeicherbehälter handelt.

9. Verwendung gemäß Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass es sich bei den Substraten um Gebäudedächer handelt.

10. Verwendung gemäß Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass es sich bei den Substraten um Ballast-Tanks von Schiffen handelt.

Es folgt kein Blatt Zeichnungen