



(12) Ausschließungspatent

(11) DD 298 939 A5

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

5(51) C 08 F 248/00
C 08 F 222/06

DEUTSCHES PATENTAMT

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) DD C 08 F / 343 793 6
(31) P3929163.4

(22) 03.09.90
(32) 02.09.89

(44) 19.03.92
(33) DE

(71) siehe (73)
(72) Blum, Harald, Dr.; Pedain, Josef, Dr.; Wamprecht, Christian, Dr., DE
(73) Bayer AG, W - 5090 Leverkusen, DE
(74) Bayer AG, Konzernverwaltung RP, Patente Konzern, W - 5090 Leverkusen, DE

(54) Sekundäre Aminogruppen aufweisende Copolymerisate, ein Verfahren zu ihrer Herstellung und ihre Verwendung als Bindemittel oder Bindemittelkomponente

(57) Sekundäre Aminogruppen aufweisende Copolymerisate von olefinisch ungesättigten Verbindungen, ein Verfahren zu ihrer Herstellung durch Umsetzung der ihnen entsprechenden anhydridfunktionellen Copolymerisate mit primär-sekundären Diaminen unter Imidbildung und ihre Verwendung als Bindemittel oder Bindemittelkomponente für Beschichtungsmittel, Dichtmassen, Klebstoffe oder Druckfarben.

Patentansprüche:

1. Sekundäre Aminogruppen aufweisende Copolymerisate von olefinisch ungesättigten Verbindungen des Molekulargewichtsbereichs M_n 600 bis 20 000, **gekennzeichnet** durch einen Gehalt an sekundären Aminogruppen $-NH-$ von 0,1 bis 6,0 Gew.-% in Form von in die Polymerkette eingebauten Struktureinheiten der Formel (I)



wobei

R_1 für einen gesättigten aliphatischen Kohlenwasserstoffrest mit 2 bis 6 Kohlenstoffatomen steht, mit der Maßgabe, daß zwischen den beiden Stickstoffatomen mindestens 2 Kohlenstoffatome angeordnet sind, und

R_2 für eine Methyl-, Ethyl- oder 2-Hydroxyethylgruppe steht.

2. Sekundäre Aminogruppen aufweisende Copolymerisate olefinisch ungesättigter Verbindungen gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß sie zusätzlich zu den sekundären Aminogruppen und zu den gegebenenfalls im Rest R_2 vorliegenden Hydroxylgruppen 0,1 bis 2,5 Gew.-% an Hydroxylgruppen in Form von Struktureinheiten der Formel (II)



aufweisen, wobei

R_3 für einen gesättigten Kohlenwasserstoffrest mit 2 bis 6 Kohlenstoffatomen steht.

3. Verfahren zur Herstellung von sekundäre Aminogruppen und gegebenenfalls Hydroxylgruppen aufweisenden Copolymerisaten gemäß Anspruch 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß man in der Polymerkette eingebaute intramolekulare Säureanhydridgruppen der Formel (III)



aufweisende Copolymerisate des Molekulargewichtsbereichs M_n 500 bis 18 000 eines Gemischs olefinisch ungesättigter Monomerer, bestehend aus

- a) 1 bis 50 Gew.-Teilen anhydridfunktioneller Monomerer,
b) 1 bis 75 Gew.-Teilen Monomerer der Formel (IV)



- c) 15 bis 98 Gew.-Teilen Monomerer der Formel (V)

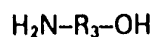


und

- d) 0 bis 15 Gew.-Teilen mehrfach olefinisch ungesättigter Monomerer, mit primär-sekundären Diaminen der Formel (VI)



oder Gemischen derartiger Diamine mit bis zu 50 Mol-%, bezogen auf Gemisch, an Aminoalkoholen der Formel (VII)



(VII)

unter Imidbildung bei 100 bis 200°C zur Reaktion bringt und gleichzeitig und/oder anschließend das Reaktionswasser azeotrop abdestilliert, wobei das Äquivalentverhältnis von primären Aminogruppen zu Säureanhydridgruppen bei 1:1 bis 2:1 gehalten wird,

R_1 und R_2 die in Anspruch 1 genannte Bedeutung haben,

R_3 die in Anspruch 2 genannte Bedeutung hat,

R_4 für Wasserstoff, eine Methylgruppe oder für Chlor oder Fluor steht,

R_5 für einen aliphatischen Kohlenwasserstoffrest mit 2 bis 15 Kohlenstoffatomen, einen cycloaliphatischen Kohlenwasserstoffrest mit 5 bis 10 Kohlenstoffatomen, einen araliphatischen Kohlenwasserstoffrest mit 7 bis 18 Kohlenstoffatomen, einen aromatischen Kohlenwasserstoffrest mit 6 bis 12 Kohlenstoffatomen, Chlor, Fluor, eine Nitrilgruppe oder einen aliphatischen Kohlenwasserstoffrest mit 2 bis 18 Kohlenstoffatomen steht, der Sauerstoff und/oder Stickstoff in Form von Ether-, Ester-, Amid-, Urethan- oder Ketogruppen enthalten kann,

R_6 für Wasserstoff steht oder zusammen mit R_5 und den beiden Kohlenstoffatomen einen olefinisch ungesättigt 10 cycloaliphatischen Kohlenwasserstoffring mit 5 oder 6 Kohlenstoffatomen bildet,

R_7 für einen aliphatischen oder cycloaliphatischen, gegebenenfalls Sauerstoff oder Stickstoff als Heteroatome enthaltenden Kohlenwasserstoffrest mit 1 bis 18 Kohlenstoffatomen steht, der gegebenenfalls Hydroxylgruppen als Substituenten aufweisen kann und

R_8 für Wasserstoff oder eine Methylgruppe steht.

4. Verfahren gemäß Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß man eine Lösung der primär- sekundären Diamine und gegebenenfalls der Aminoalkohole in einem inerten Lösungsmittel auf eine Temperatur von mindestens 100°C erhitzt, das ebenfalls in einem inerten Lösungsmittel gelöste anhydridfunktionelle Copolymerisate zu dieser Lösung zudosiert, das Reaktionswasser gleichzeitig oder anschließend abdestilliert und die Umsetzung bei Erreichen einer unter 25 liegenden Säurezahl beendet.
5. Verfahren gemäß Anspruch 3 und 4, dadurch gekennzeichnet, daß man solche Copolymerisate aus olefinisch ungesättigten Verbindungen verwendet, die durch Copolymerisation von 5 bis 40 Gew.- Teilen Monomerer a), 3 bis 60 Gew.-Teilchen Monomerer b), 25 bis 85 Gew.-Teilen Monomerer c) und 0 bis 5 Gew.-Teilen Monomerer d) hergestellt worden sind, wobei
 - R_4 für Wasserstoff oder eine Methylgruppe steht,
 - R_5 für einen Phenylrest steht,
 - R_6 für Wasserstoff steht,
 - R_7 für einen aliphatischen Kohlenwasserstoffrest mit 1 bis 18 Kohlenstoffatomen steht, und
 - R_8 für Wasserstoff oder eine Methylgruppe steht.
6. Verfahren gemäß Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß man solche Copolymerisate verwendet, die durch Copolymerisation von 10 bis 25 Gew.-Teilen Monomerer a), 5 bis 50 Gew.- Teilen Monomerer b), 30 bis 75 Gew.-Teilen Monomerer c) und 0 bis 5 Gew.-Teilen Monomerer d) hergestellt worden sind.
7. Verwendung der sekundäre Aminogruppen und gegebenenfalls Hydroxylgruppen aufweisenden Copolymerisate gemäß Anspruch 1 und 2 als Bindemittel oder Bindemittelkomponente für Beschichtungsmittel, Dichtmassen, Klebstoffen oder Druckfarben.

Die vorliegende Erfindung betrifft Copolymerisate, die neben einer cyclischen Imidstruktureinheit sekundäre, sterisch im wesentlichen ungehinderte Aminogruppen enthalten, ein Verfahren zur Herstellung solcher Produkte und ihre Verwendung als Bindemittel oder Bindemittelkomponente in Beschichtungsmitteln, Dichtmassen, Klebstoffen oder Druckfarben. Die Herstellung der modifizierten Copolymerisate erfolgt durch Umsetzung von intramolekularen Carbonsäureanhydridgruppen, insbesondere eingebaute Maleinsäureanhydridgruppen aufweisenden Copolymerisaten mit bestimmten primärsekundären Diaminen.

Bislang war man der Ansicht, daß die Umsetzung zwischen Polyanhydriden und Diaminen mit primären bzw. sekundären, sterisch ungehinderten Aminogruppen im allgemeinen unter Ausbildung von Polyimiden bzw. Polyamiden zu vernetzten Produkten führt (vgl. z.B. die diesbezüglichen Ausführungen in DE-OS 3024525). In dieser Vorveröffentlichung werden anhydridfunktionelle Polymerisate beschrieben, deren Anhydridgruppe zu 67 bis 95% mit 4-Amino-2,2,6,6-tetramethylpiperidin imidiert sind. Gemäß DE-OS 3024525 soll in diesem Molekül die sekundäre Aminogruppe sterisch so abgeschirmt sein, daß sie nur schwer mit Anhydriden reagiert und deshalb bei der Umsetzung von 4-Amino-2,2,6,6-tetramethylpiperidin mit Polyanhydriden nur die primäre Aminogruppe zum cyclischen Imid reagiert.

Auch die Umsetzung von Polymerisaten und Copolymerisaten des Maleinsäureanhydrids mit Diaminen, die neben einer tertiären Aminogruppe eine primäre oder sekundäre Aminogruppe aufweisen ist bekannt (DE-OS 1570594). Hier erfolgt die Umsetzung zwecks Einführung von tert. Aminogruppen, die eine Löslichkeit der Polymerisate bzw. Copolymerisate in wäßrigen Säuren zur Folge hat. Da in den Diaminen nur eine reaktive Aminogruppe vorliegt, können selbstverständlich Vernetzungsreaktionen während der Modifizierung nicht stattfinden.

Überraschenderweise wurde nun gefunden, daß sich auch Diamine, deren sekundäre Aminogruppe sterisch nicht oder nur unwesentlich abgeschirmt ist, mit speziellen Maleinsäureanhydridcopolymerisaten nach einem geeigneten Verfahren zu nicht vernetzten Polyimidcopolymerisaten mit freien sekundären Aminogruppen umsetzen lassen.

Gegenstand der Erfindung sind sekundäre Aminogruppen aufweisende Copolymerisate von olefinisch ungesättigten Verbindungen des Molekulargewichtsbereichs M_n 600 bis 20000, gekennzeichnet durch einen Gehalt an sekundären Aminogruppen $-NH-$ von 0,1 bis 6,0 Gew.-% in Form von in die Polymerkette eingebauten Struktureinheiten der Formel (I)



wobei

R_1 für einen gesättigten aliphatischen Kohlenwasserstoffrest mit 2 bis 6 Kohlenstoffatomen steht, mit der Maßgabe, daß zwischen den beiden Stickstoffatomen mindestens 2 Kohlenstoffatome angeordnet sind, und

R_2 für eine Methyl-, Ethyl- oder 2-Hydroxyethylgruppe steht.

Gegenstand der Erfindung ist auch ein Verfahren zur Herstellung dieser Aminogruppen aufweisenden Copolymerisate, welches dadurch gekennzeichnet ist, daß man in der Polymerkette eingebaute intramolekulare Säureanhydridgruppen der Formel (III)



aufweisende Copolymerisate des Molekulargewichtsbereichs M_n 500 bis 18000 eines Gemischs olefinisch ungesättigter Monomere, bestehend aus

- 1 bis 50 Gew.-Teilen anhydridfunktioneller Monomere,
- 1 bis 75 Gew.-Teilen Monomere der Formel (IV)



- 15 bis 98 Gew.-Teilen Monomere der Formel (V)



und

- 0 bis 15 Gew.-Teilen mehrfach olefinisch ungesättigter Monomere, mit primär-sekundären Diaminen der Formel (VI)



oder Gemischen derartiger Diamine mit bis zu 50 Mol.-%, bezogen auf Gemisch, an Aminoalkoholen der Formel (VII)



unter Imidbildung bei 100 bis 200°C zur Reaktion bringt und gleichzeitig und/oder anschließend das Reaktionswasser azeotrop abdestilliert, wobei das Äquivalentverhältnis von primären Aminogruppen zu Säureanhydridgruppen bei 1:1 bis 2:1 gehalten wird,

R_1 und R_2 die bereits obengenannte Bedeutung haben,

R_3 für einen gesättigten Kohlenwasserstoffrest mit 2 bis 6 Kohlenstoffatomen steht,

R_4 für Wasserstoff, eine Methylgruppe oder für Chlor oder Fluor steht,

- R_5 für einen aliphatischen Kohlenwasserstoffrest mit 2 bis 15 Kohlenstoffatomen, einen cycloaliphatischen Kohlenwasserstoffrest mit 5 bis 10 Kohlenstoffatomen, einen araliphatischen Kohlenwasserstoffrest mit 7 bis 18 Kohlenstoffatomen, einen aromatischen Kohlenwasserstoffrest mit 6 bis 12 Kohlenstoffatomen, Chlor, Fluor, eine Nitrilgruppe oder einen aliphatischen Kohlenwasserstoffrest mit 2 bis 18 Kohlenstoffatomen steht, der Sauerstoff und/oder Stickstoff in Form von Ether-, Ester-, Amid-, Urethan- oder Ketogruppen enthalten kann,
- R_6 für Wasserstoff steht oder zusammen mit R_5 und den beiden Kohlenstoffatomen einen olefinisch ungesättigten cycloaliphatischen Kohlenwasserstoffring mit 5 oder 6 Kohlenstoffatomen bildet,
- R_7 für einen aliphatischen oder cycloaliphatischen, gegebenenfalls Sauerstoff oder Stickstoff als Heteroatome enthaltenden Kohlenwasserstoffrest mit 1 bis 18 Kohlenstoffatomen steht, der gegebenenfalls Hydroxylgruppen als Substituenten aufweisen kann und
- R_8 für Wasserstoff oder eine Methylgruppe steht.

Gegenstand der Erfindung ist schließlich auch die Verwendung der neuen Copolymerisate als Bindemittel oder Bindemittelkomponente für Beschichtungsmittel, Dichtmassen, Klebstoffen oder Druckfarben.

Die neuen, sekundäre Aminogruppen aufweisenden Copolymerisate weisen ein nach der Methode der Gelpermeationschromatographie unter Verwendung von Polystyrol als Standard ermittelbares, als Zahlenmittel bestimmtes Molekulargewicht M_n von 600 bis 20000, vorzugsweise 1600 bis 7000, einen Gehalt an sekundären Aminogruppen (berechnet als $-NH-$, Molekulargewicht = 15) in Form von Struktureinheiten der obengenannten allgemeinen Formel (I) von 0,1 bis 6,0, vorzugsweise 0,5 bis 3,0 Gew.-% und gegebenenfalls einen Gehalt an Hydroxylgruppen in Form von Struktureinheiten der Formel (II)



von 0 bis 4,5, vorzugsweise 0,1 bis 2,5 Gew.-% auf.

Die Herstellung der sekundäre Aminogruppe aufweisenden Copolymerisate erfolgt vorzugsweise nach dem erfindungsgemäßen Verfahren durch Umsetzung von analoger, in die Polymerkette eingebaute intramolekulare Säureanhydridgruppen der Formel (III) aufweisenden Copolymerisaten mit speziellen primären/sekundären Diaminen der Formel (VI), die gegebenenfalls in Abmischung mit Aminoalkoholen der Formel (VII) zum Einsatz gelangen.

Die beim erfindungsgemäßen Verfahren eingesetzten, intramolekulare Carbonsäureanhydridgruppen aufweisenden Copolymerisate weisen ein nach der Methode der Gelpermeationschromatographie unter Verwendung von Polystyrol als Standard ermittelbares, als Zahlenmittel bestimmtes Molekulargewicht M_n von 500 bis 18000, vorzugsweise 1000 bis 15000 und ganz besonders bevorzugt von 1500 bis 6000 auf. Ihr Anhydridäquivalentgewicht (Menge in „g“ die 1 Mol Anhydridgruppen enthält) liegt bei 196 bis 9800, vorzugsweise bei 245 bis 1960 und besonders bevorzugt bei 392 bis 980.

Es handelt sich bei diesen Copolymerisaten um solche aus

- 1 bis 50, vorzugsweise 5 bis 40 und besonders bevorzugt 10 bis 25 Gew.-%-Teilen anhydridfunktioneller Monomere,
- 1 bis 75, vorzugsweise 3 bis 60 und besonders bevorzugt 5 bis 50 Gew.-%-Teilen Monomere der bereits obengenannten Formel (IV),
- 15 bis 98, vorzugsweise 25 bis 85 und besonders bevorzugt 30 bis 75 Gew.-%-Teilen Monomere der bereits obengenannten Formel (V) und
- 0 bis 15, vorzugsweise 0 bis 5 Gew.-%-Teilen mehrfach olefinisch ungesättigter Monomere der weiter unten beispielhaft genannten Art.

Geeignete bzw. bevorzugte Monomere a) sind Maleinsäureanhydrid, Itaconsäureanhydrid, Citraconsäureanhydrid, wobei Maleinsäureanhydrid besonders bevorzugt ist.

Geeignete Monomere b) sind solche der bereits obengenannten allgemeinen Formel (IV) mit der bereits oben gemachten Definition für die Reste R_4 , R_5 und R_6 . Bevorzugte Monomere b) sind jedoch solche der genannten allgemeinen Formel (IV), für welche

R_4 für Wasserstoff oder eine Methylgruppe steht,

R_5 für einen Phenylrest steht, und

R_6 für Wasserstoff steht.

Geeignete bzw. bevorzugte Monomere b) sind z. B. Styrol, Vinyltoluol, α -Methylstyrol, α -Ethylstyrol, Ethylvinylether, n-Propylvinylether, Isopropylvinylether, n-Butylvinylether, Isobutylvinylether, Vinylacetat, Vinylpropionat, Vinylbutyrat, 1-Octen, 1-Decen, 1-Hexen, Vinylcyclohexen, Cycloocten und beliebige Gemische dieser Monomere.

Geeignete Monomere c) sind Verbindungen der bereits obengenannten allgemeinen Formel (V) mit der bereits oben gemachten Definition von R_7 und R_8 . Zu den bevorzugten Monomeren c) gehören Verbindungen der allgemeinen Formel (V), für welche

R_7 für einen aliphatischen Kohlenwasserstoffrest mit 1 bis 18 Kohlenstoffatomen steht, und

R_8 für Wasserstoff oder eine Methylgruppe steht.

Geeignete bzw. bevorzugte Monomere c) sind z. B. Methylmethacrylat, Ethylacrylat, Ethylmethacrylat, n-Butylacrylat, n-Butylmethacrylat, iso-Butylacrylat, iso-Butylmethacrylat, 2-Ethylhexylacrylat, 2-Ethylhexylmethacrylat, Octylacrylat, Octylmethacrylat, Laurylacrylat, Laurylmethacrylat, Dodecylacrylat, Dodecylmethacrylat, Cyclohexylacrylat, 2,2,3,3-Tetrafluorpropylmethacrylat und beliebige Gemische dieser Monomere, oder auch Hydroxylgruppen aufweisende Monomere wie Hydroxyethyl-, Hydroxypropyl- oder Hydroxybutyl(meth)acrylat, die in Mengen von bis zu 15 Gew.-%, bezogen auf das Gewicht aller Monomere mitverwendet werden können.

Geeignete bzw. bevorzugte Monomere d) sind z. B. Hexandiolbisacrylsäureester, Trimethylolpropantrisacrylsäureester, Pentaerythrittrisacrylsäureester, Neopentylglykolbisacrylsäureester, Divinylbenzol.

Die anhydridfunktionellen Copolymerisate werden in an sich bekannter Weise durch eine radikalisch initiierte Copolymerisation, vorzugsweise in Anwesenheit von organischen Lösungsmitteln hergestellt. Als Polymerisationsmedium sind sämtliche in der Lackindustrie gebräuchlichen Lösungsmittel geeignet, die unter den Polymerisationsbedingungen gegenüber den Monomeren und den Copolymerisaten inert sind.

Geeignet sind beispielsweise Ester wie Butylacetat, Isobutylacetat, sec.-Butylacetat, Amylacetat, Hexylacetat, Benzylacetat, Ethoxypropylacetat, Propylenglykoldimethylätheracetat, Oxohexylacetat ([®]Exxato 600), Oxooctylacetat ([®]Exxato 700), z. B. Ether wie Dibutyläther, Dioxan, Dimethyldiglykol, Kohlenwasserstoffe wie Benzin, Terpentinöl, Solventnaphtha, Terpene, Toluol, Xylol, Ethylbenzol, Ketone wie Methylisobutylketon, Methyl-n-amylketon, Methylisoamylketon, Diethylketon, Ethylbutylketon, Diisopropylketon, Cyclohexanon oder beliebige Gemische derartiger Lösungsmittel.

Bevorzugt sind solche Lösungsmittel, deren Siedepunkt bei Normalbedingungen $\geq 110^\circ\text{C}$ beträgt, und solche Lösungsmittel, die mit Wasser ein Azeotrop bilden wie z. B. Xylol, Butylacetat, Solventnaphtha, Oxohexylacetat.

Die Copolymerisation wird üblicherweise bei Festgehalten von 30 bis 95 Gew.-% und unter Inertgas wie z. B. N_2 durchgeführt. Im allgemeinen wird ein Teil oder die Gesamtmenge an Lösungsmittel im Reaktionsgefäß vorgelegt und Monomerenmischung, Initiator und gegebenenfalls ein Teil des Lösungsmittels kontinuierlich zudosiert. Nach beendeter Zugabe wird noch einige Zeit nachgerührt. Die Polymerisation wird nach einem Monomerenumsatz von mehr als 96%, bevorzugt mehr als 99% beendet. Gegebenenfalls ist es erforderlich, durch nachträgliche Zugabe von geringen Initiator Mengen eine Nachaktivierung vorzunehmen, um den gewünschten Monomerenumsatz zu erreichen. Bei bestimmten Monomerausgangszusammensetzungen ist es möglich, daß nach der Polymerisation größere Mengen an Restmonomeren im Copolymerisat enthalten sind. Aus Kostengründen und für den Fall, daß sich dies auf den gewünschten Anwendungszweck, bzw. auf das Eigenschaftsniveau störend auswirken sollte, ist es vorteilhaft, diesen Restmonomeregehalt entweder durch Destillation oder durch Nachaktivieren mit Initiator zu reduzieren.

Es ist auch möglich, einen Teil der anhydridfunktionellen Monomeren mit dem Lösungsmittel vorzulegen, oder das anhydridfunktionelle Monomer schneller als die anderen Monomeren zuzudosieren. Diese geänderten Herstellverfahren können in gewissen Fällen die Verträglichkeit bzw. andere Eigenschaften der Bindemittel verbessern.

Der Monomerenumsatz wird durch eine Bestimmung des Festgehaltes der Reaktionsmischung ermittelt und durch eine gaschromatographische Restmonomereanalyse überprüft.

Vorzugsweise werden solche Radikalbildner eingesetzt, die für Reaktionstemperaturen von 60 bis 180°C geeignet sind, wie organische Peroxide, z. B.: Dibenzoylperoxid, Di-tert.-butylperoxid, Diäurylperoxid, tert.-Butylperoxyoctat, tert.-Butylperoxymaleinat, tert.-Butylperoxybenzoat, Dicumylperoxid, Didecanoylperoxid, wie Azoverbindungen, z. B. 2,2'-Azobis-(2,4-dimethylvaleronitril), 2,2'-Azobis(isobutyronitril), 2,2'-Azobis-(2,3-dimethylbutyronitril), 1,1'-Azobis-(1-cyclohexannitril). Die Initiatoren können in Mengen von 0,5 bis 10 Gew.-%, bezogen auf Gesamtmonomere, eingesetzt werden. Gegebenenfalls können molekulargewichtsregelnde Substanzen, wie n-Dodecylmercaptan, tert.-Dodecylmercaptan usw., in Mengen von 0 bis 10 Gew.-% eingesetzt werden.

Zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens werden die in den Copolymerisaten vorliegenden Anhydridgruppen in Imidgruppen überführt. Dies geschieht vorzugsweise in 10- bis 80 Gew.-%iger organischer Lösung in einem Lösungsmittel der bereits oben beispielhaft genannten Art durch Umsetzung mit Diaminen der bereits obengenannten allgemeinen Formel (VI) oder mit Gemischen aus derartigen Diaminen mit Aminoalkoholen der bereits obengenannten Formel (VII), wobei in diesen Gemischen bis zu 50 Mol.-%, bezogen auf das Gemisch, an Aminoalkoholen (VII) vorliegen können.

Geeignete Diamine der Formel (VI) sind beispielsweise 2-Amino-1-methylaminoethan, 2-Amino-1-(ethylamino)-ethan, 2-Amino-1-[(2-hydroxyethyl)amino]-ethan, 3-Amino-1-(methylamino)-propan, 3-Amino-1-(ethylamino)-propan, 3-Amino-1-[(2-hydroxyethyl)amino]-propan, 4-Amino-1-(methylamino)-butan, 4-Amino-1-(ethylamino)-butan, 4-Amino-1-[(2-hydroxyethyl)amino]-butan, 6-Amino-1-(methylamino)-hexan, 6-Amino-1-(ethylamino)-hexan, 6-Amino-1-[(2-hydroxyethyl)amino]-hexan.

Bevorzugte Diamine sind 1-Amino-3-(methylamino)-propan und 2-Amino-1-[(2-hydroxyethyl)amino]-ethan.

Geeignete Aminoalkohole sind beispielsweise 2-Aminoethanol, 3-Aminopropanol, 2-Aminopropanol oder 1-Amino-2-propanol.

Zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens werden die Diamine (VI) und gegebenenfalls Aminoalkohole (VII) in solchen Mengen eingesetzt, die einem Äquivalentverhältnis von primären Aminogruppen zu Säureanhydridgruppen von 1:1 bis 2:1, vorzugsweise 1:1 bis 1,5:1 und besonders bevorzugt von 1:1 bis 1,2:1 entsprechen.

Vorzugsweise wird zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens die Amin-Komponente (Amin-Komponente = Diamin oder dessen Gemisch mit Aminoalkohol) in einem geeigneten Lösungsmittel der bereits beispielhaft genannten Art gelöst, diese Lösung vorgelegt, auf Temperaturen von oberhalb 60°C , vorzugsweise von mindestens 100°C erhitzt und dann unter Aufrechterhaltung einer Reaktionstemperatur von 60 bis 200°C , vorzugsweise 100 bis 150°C das vorzugsweise ebenfalls als Lösung in einem Lösungsmittel der bereits beispielhaft genannten Art vorliegende anhydridfunktionelle Copolymerisat zudosiert. Dabei kann die Reaktionsführung so gewählt werden, daß parallel zur Zugabe des Polymerisats das Reaktionswasser am Wasserabscheider azeotrop abdestilliert wird. Nach einer Verfahrensvariante kann auch zunächst die ganze Menge anhydridfunktionelles Copolymerisat zugegeben und im Anschluß daran das Reaktionswasser abgespalten werden.

Die Wasserabspaltung wird bei 60 bis 200°C , bevorzugt bei 100 bis 150°C so lange durchgeführt, bis entweder die theoretische Wassermenge abgespalten ist oder kein Wasser mehr abgespalten wird. Die Wasserabspaltung kann durch einen Inertgasstrom, z. B. N_2 , der entweder durch die Reaktionsmischung geleitet oder übergeleitet wird, beschleunigt werden. Die Imidierungsreaktion wird so lange durchgeführt, bis die Endprodukte Säurezahlen < 25 , bevorzugt ≤ 15 und besonders bevorzugt ≤ 10 aufweisen (jeweils bezogen auf 100%iges Polymer). Alle Angaben bezüglich der Säurezahl beziehen sich stets auf Feststoff und umfassen alle Säureanhydrid-, freien Carboxyl- und in Form von Aminalszen vorliegenden Carboxylatgruppen, die titrimetrisch mit KOH erfaßt werden können.

Um besonders niedrige Säurezahlen zu erhalten, kann es unter bestimmten Bedingungen angebracht sein, gegen Reaktionsende nochmals geringe Mengen, etwa 0,05 bis 0,2 Äquivalente Diamin zuzusetzen, um z. B. Verluste durch azeotrope Destillation zu ersetzen.

Die Molekulargewichte M_n der aminofunktionellen Polyimidcopolymerisate entsprechen in etwa den durch Gelpermeationschromatographie ermittelten Molekulargewichten M_n der anhydridfunktionellen Copolymerisate, erhöht um das berechnete Molekulargewicht der eingesetzten Diamine und gegebenenfalls Aminoalkohole, abzüglich der abgespaltenen Wassermenge.

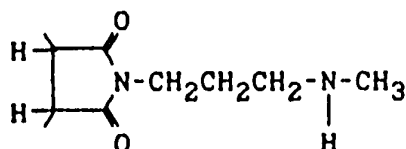
Beim Vermischen von anhydridfunktionellen Copolymerisaten und Diaminen können in Abhängigkeit von den Reaktionsbedingungen hochviskose Zwischenprodukte entstehen, insbesondere dann, wenn anhydridfunktionelle Copolymerisate mit hohem Molekulargewicht und/oder hohem Anhydridäquivalentgewicht eingesetzt werden. In diesen Fällen kann es angebracht sein, die Konzentration der Reaktionsprodukte in niedrigem Bereich zu halten. Im Verlaufe der Umsetzung fällt die Viskosität solcher Produkte jedoch wieder auf niedrigeres Niveau ab. Die Produkte bleiben dabei stets rührfähig. Nach Abschluß der Imidierungsreaktion kann, falls erforderlich, überschüssiges Diamin, z.B. azotrop mit einem geeigneten Lösungsmittel wie z.B. Xylol, Butylacetat, Solvent Naphtha, Oxohexylacetat, durch kurzes Adestillieren aus dem Endprodukt entfernt werden.

Die erfindungsgemäßen, aminofunktionellen Polyimidcopolymerisate sind gut lösliche Polymere mit unter 25 liegenden Säurezahlen. Sie eignen sich sehr gut als Bindemittel oder Bindemittelkomponente für Beschichtungsmittel, Dichtmassen, Klebstoffe oder Druckfarben. Vorzugweise werden sie als Zweikomponenten-Systeme in Kombination mit geeigneten Härtern verarbeitet. Geeignete Härter für die erfindungsgemäßen, Amingruppen aufweisenden Copolymerisate sind beispielsweise organische Polyisocyanate, Polyepoxide, Melaminharze oder olefinisch ungesättigte Vernetzer wie beispielsweise acryloylfunktionelle Copolymerisate oder Veresterungsprodukte der Acrylsäure mit mehrwertigen Alkoholen, die nach dem Michael-Reaktionsprinzip reagieren können.

In den nachfolgenden Beispielen beziehen sich alle Angaben in „Teilen“ und „Prozent“ auf das Gewicht, falls nicht ausdrücklich etwas anderes vermerkt ist.

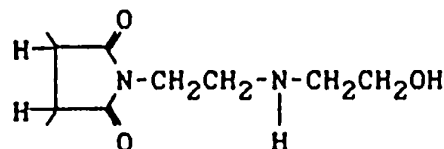
Beispiel 1

- a) In einem 4-l-Dreihalskolben mit Rühr-, Kühl- und Heizvorrichtung werden unter N_2 -Atmosphäre 1602 g Xylol auf 120°C aufgeheizt. Eine Mischung aus 300 g Maleinsäureanhydrid, 600 g n-Butylacrylat, 420 g 2-Ethylhexylmethacrylat und 600 g Xylol wird in 3 Stunden und parallel dazu 114 g tert.-Butylperoctoat (70%ig in Kohlenwasserstoffen gelöst) in 3,5 Stunden zudosiert. Anschließend wird noch 2 Stunden bei 130°C gerührt. Man erhält ein anhydridfunktionelles Copolymerisat als 55%ige Lösung. Das Molekulargewicht M_n ist 3800, das Anhydridäquivalentgewicht 653 (100%ig).
- b) In einem 0,5-l-Dreihalskolben mit Rühr-, Kühl- und Heizvorrichtung sowie einem Wasserabscheider werden 20,4 g (1,1 Äquivalente) 1-Amino-3-(methylamino)-propan und 80,5 g Xylol eingewogen und auf 120°C erhitzt. 250 g Polymerisat 1 a) (1,0 Äquivalente) werden in einer Stunde zudosiert. Nach Zugabe von 100 g Xylol wird solange am Wasserabscheider erhitzt, bis kein Wasser mehr abgespalten wird. Durch Abdestillieren von Schlepplösungsmittel wird dabei die Reaktionstemperatur bis auf 140°C gesteigert, dabei wird auch das überschüssige 1-Amino-3-methylaminopropan abdestilliert. Man erhält das Polyimidcopolymerisat 1 b) als 49%ige Lösung. Die Säurezahl beträgt ca. 3. Das 100%ige Polymer enthält 1,3 Gew.-% sekundäre Aminogruppen -NH in Form von Struktureinheiten der Formel



Beispiel 2

- a) In einem 4-l-Reaktionsgefäß mit Rühr-, Kühl- und Heizvorrichtung werden 1333 g Solvent Naphtha (Kohlenwasserstoffgemisch, Siedebereich 165–180°C) auf 147°C erhitzt. Eine Mischung aus 200 g Maleinsäureanhydrid, 500 g Methylmethacrylat, 600 g n-Butylacrylat und 600 g Styrol wird in 3 Stunden und parallel dazu 100 g Di-tert.-butylperoxid in 3,5 Stunden zudosiert. Nach weiteren 1,5 Stunden Rühren bei 145°C erhält man das anhydridfunktionelle Copolymerisat 2a) als 60%ige Lösung. Das Molekulargewicht M_n beträgt 2200, das Anhydridäquivalentgewicht 980 (100%ig).
- b) In einem 0,5-l-Reaktionsgefäß mit Rühr-, Kühl- und Heizvorrichtung werden 133,5 g Solvent Naphtha und 21,4 g 1-Amino-2-[(2-hydroxyethyl)amino]-ethan (1,1 Äquivalente) und 300 g anhydridfunktionelles Copolymerisat 2a) (1,0 Äquivalente) wie unter 1 b) beschrieben umgesetzt. Man erhält das Polyimidcopolymerisat 2 b) als 45%ige Lösung. Die Säurezahl beträgt ca. 4. Das 100%ige Polymer enthält 1,4 Gew.-% sekundäre Aminogruppen -NH in Form von Struktureinheiten der Formel



Beispiel 3

- a) In einem 5-l-Reaktionsgefäß mit Rühr-, Kühl- und Heizvorrichtung werden 1667 g Oxohexylacetat (Exxate 600) auf 148°C erhitzt. Eine Mischung aus 375 g Maleinsäureanhydrid, 750 g Butylacrylat, 300 g Methylmethacrylat und 950 g Styrol wird in 3 Stunden und parallel dazu 125 g Di-tert.-butylperoxid in 3,5 Stunden zudosiert. Nach 2 Stunden Rühren erhält man das anhydridfunktionelle Copolymerisat 3a) als 60%ige Lösung. Das Molekulargewicht M_n beträgt 2900, das Anhydridäquivalentgewicht 653 (100%ig).
- b) Wie unter 1 b) beschrieben, werden 52,8 g 1-Amino-2-[(2-hydroxyethyl)amino]-ethan (1,1 Äquivalente), 234,5 g Exxate 600 und 500 g (1,0 Äquivalente) Copolymerisat 3a) zur Reaktion gebracht. Man erhält das Polyimidpolymerisat 3b) als 46%ige Lösung. Die Säurezahl beträgt ca. 2. Das 100%ige Polymer enthält 2,0 Gew.-% sekundäre Aminogruppen -NH- in Form der in Beispiel 2 genannten Struktureinheit.

Beispiel 4

Nach dem in Beispiel 1 b) beschriebenen Verfahren werden 18,1 g (1,1 Äquivalente) 3-Amino-1-(methylamino)-propan, 185 g Solvent Naphtha und 300 g (1,0 Äquivalente) anhydridfunktionelles Copolymer 2 a) umgesetzt. Man erhält das Polyimidcopolymer 4b) als 52%ige Lösung. Die Säurezahl beträgt ca. 5. Das 100%ige Polymer enthält 1,4 Gew.-% sekundäre Aminogruppen –NH– der in Beispiel 1 genannten Struktureinheit.

Beispiel 5

- In einem 4-l-Reaktionsgefäß mit Rühr-, Kühl- und Heizvorrichtung werden 1 002 g Xylol auf 120°C erhitzt. Eine Mischung aus 600 g Xylol, 460 g Maleinsäureanhydrid, 1 000 g 2-Ethylhexylacrylat und 460 g Styrol wird in 3 Stunden und parallel dazu 114 g tert.-Butylperoctoat (70%ig) in 3,5 Stunden zudosiert. Nach weiteren 2 Stunden Rühren erhält man ein 55%iges Copolymerisat 5 a), welches mit Xylol auf 50% verdünnt wird. Das Molekulargewicht M_n ist 2 500, das Anhydridäquivalentgewicht beträgt 426 (100%ig).
- Nach dem in Beispiel 1 b) beschriebenen Verfahren werden 45,4 g 3-Amino-1-(methylamino)-propan (1,1 Äquivalente), 100 g Xylol und 400 g anhydridfunktionelles Copolymer 5 a) (1,0 Äquivalente) umgesetzt. Man erhält das Polyimidcopolymer 5 b) als 43%ige Lösung. Die Säurezahl beträgt 4. Das Polymer enthält 3,0 Gew.-% sekundäre Aminogruppen –NH– der in Beispiel 1 genannten Struktureinheit.

Beispiel 6

7 g 1-Amino-2-propanol (0,5 Äquivalente), 8,2 g 1-Amino-3-(methylamino)-propan (0,5 Äquivalente), 252 g Solvent Naphtha und 300 g des in Beispiel 2 a) beschriebenen, anhydridfunktionellen Copolymerisats werden nach dem in Beispiel 1 b) beschriebenen Verfahren zu dem Polyimidpolymer 6b) umgesetzt. Dieses weist eine Säurezahl von 7 auf und fällt als 51%ige Lösung an. Das Polymer enthält 0,7 Gew.-% sekundäre Aminogruppen –NH– in Form der in Beispiel 1 genannten Struktureinheiten und 0,8 Gew.-% an Hydroxylgruppen in Form von Struktureinheiten der Formel

