



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 698 21 797 T2 2004.07.15**

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 032 598 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **698 21 797.7**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/SE98/01949**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **98 951 892.3**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 25/742**

(86) PCT-Anmeldetag: **28.10.1998**

(87) Veröffentlichungstag
der PCT-Anmeldung: **27.05.1999**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **06.09.2000**

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **18.02.2004**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **15.07.2004**

(51) Int Cl.7: **C08F 2/00**
C08F 10/02

(30) Unionspriorität:
9704217 18.11.1997 SE

(73) Patentinhaber:
**E.I. du Pont de Nemours and Company,
Wilmington, Del., US**

(74) Vertreter:
Kador und Kollegen, 80469 München

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT,
LI, LU, MC, NL, PT, SE**

(72) Erfinder:
**GUSTAFSSON, Bill, S-444 41 Stenungsund, SE;
DAMMERT, Ruth, S-426 50 Västra Frölunda, SE;
LAURELL, Jussi, FIN-06400 Borga, FI; VAN
PRAET, Erik, B-3020 Veltem-Beisem, BE**

(54) Bezeichnung: **EIN VERFAHREN ZUR VERRINGERUNG VON REAKTORVERSCHMUTZUNG**

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

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

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft die Verhinderung einer Verschmutzung und insbesondere ein Verfahren zur Verringerung der Verschmutzung eines Reaktors bei der Hochdruck-Radikalpolymerisation von Ethylen(co)polymeren.

Technischer Hintergrund

[0002] Die Polymerisation von Homopolymeren und Copolymeren von Ethylen (nachstehend als Ethylen(co)polymere bezeichnet) durch Hochdruck-Radikalpolymerisation ist auf diesem Fachgebiet allgemein bekannt. Im allgemeinen erfolgt die Polymerisation des Monomers (der Monomere) bei einer Temperatur von etwa 100 bis 300°C und bei einem Druck von etwa 100 bis 300 MPa in Gegenwart eines Radikalbildners in einem Polymerisationsreaktor. Die Polymerisation wird gewöhnlich kontinuierlich, vorzugsweise in einem Rohrreaktor oder einem gerührten Tankreaktor, durchgeführt.

[0003] Bei der Polymerisation kann es zu einer Verschmutzung des Reaktors kommen, besonders wenn Ethylen mit polaren Comonomeren copolymerisiert wird. Die Verschmutzung zeigt sich selbst als instabile und inhomogene Produktion mit der Bildung von Gelen und dem Aufbau von Polymerablagerungen auf den Innenseiten des Reaktors. Wenn sich die Gele und Polymerablagerungen von den Reaktoroberflächen lösen, verunreinigen sie das fertige Polymer und beeinträchtigen dessen Qualität. Die instabile Produktion aufgrund der Verschmutzung macht es auch schwierig, ein Polymer mit einer beständigen und reproduzierbaren Qualität herzustellen. Obwohl das Verschmutzen des Reaktors erfolgen kann, wenn Homopolymere sowie auch Copolymere von Ethylen erzeugt werden, wie es vorstehend erwähnt ist, tritt dies im Zusammenhang mit der Polymerisation von Copolymeren von Ethylen und polaren Comonomeren, die leichter als Ethylen polymerisieren, besonders stark auf. Als Beispiel umfassen solche polaren Comonomere α,β -ungesättigte Carbonsäuren bis 3 bis 8 Kohlenstoffatomen, Anhydride davon oder Ester davon mit aliphatischen Alkoholen mit 1 bis 8 Kohlenstoffatomen, wie (Meth)acrylsäure, Methyl(meth)acrylat, Ethyl(meth)acrylat und Butyl(meth)acrylat. Der Begriff "(Meth)acrylsäure" schließt sowohl Acrylsäure als auch Methacrylsäure ein. In ähnlicher Weise schließt "Alkyl(meth)acrylat" sowohl Alkylacrylate als auch Alkylmethacrylate ein. Andere polare Comonomere, wie Vinylester von gesättigten Carbonsäuren mit 1 bis 4 Kohlenstoffatomen und insbesondere Vinylacetat, sind weniger anfällig, die Probleme der Verschmutzung eines Reaktors zu verursachen. Das beruht möglicherweise auf ihrer geringeren Reaktivität, die gewöhnlich einen Teil des Comonomers als Lösungsmittel im Polymeri-

sationsgemisch zurückläßt. Wenn Copolymere mit hohem Molekulargewicht hergestellt werden, ist auch mit dieser Comonomerart eine Verschmutzung des Reaktors verbunden. Beispiele von polaren Comonomeren, die normalerweise nicht zu Verschmutzungsproblemen führen, sind ungesättigte Silanverbindungen, wie Vinyltrimethoxysilan, Vinyltriethoxysilan, γ -(Meth)acryloxypropyltrimethoxysilan und γ -(Meth)acryloxypropyltriethoxysilan.

[0004] Das vorstehend genannte Problem der Verschmutzung des Reaktors ist um so stärker, je größer die Menge des polaren Comonomers ist. Im allgemeinen beginnt die Verschmutzung bereits bei einem Comonomergehalt von etwa 15 Gew.-% zu einem Problem zu werden, und bei einem Comonomergehalt von etwa 20 bis 25 Gew.-% sind die Durchführung der Polymerisation und die Gewinnung des Polymers aufgrund der starken Verschmutzung des Reaktors und der Verunreinigung des Polymers schwierig. Wenn Ethylen und Ethylacrylat polymerisieren, beginnen folglich die Probleme mit der Verschmutzung und der instabilen Produktion bei etwa 15 bis 16 Gew.-% Ethylacrylat und werden bis zu etwa 25 Gew.-% Ethylacrylat immer stärker, wenn die Verschmutzung die Produktion fast unmöglich macht. In ähnlicher Weise ist es unmöglich, Ethylen und Methylacrylat bei einem höheren Methylacrylatgehalt als etwa 20 Gew.-% zu copolymerisieren.

[0005] Es wurde nahegelegt, das Problem der Verschmutzung des Reaktors auf unterschiedliche Weise zu lösen, z.B. durch periodisches Abkratzen des Reaktors und Zugabe von Zusätzen, wie Adhäsionsinhibitoren. Gemäß EP-A-0,460,936 wird z.B. vorgeschlagen, das Problem zu lösen, indem in den Copolymerisationsreaktor ein Lösungsmittel, das im wesentlichen aus Methanol besteht, in einer Menge von 2 bis 25 Gew.-% des gesamten durch den Reaktor fließenden Materials eingeführt wird. Ein Nachteil bei der Zugabe von Methanol besteht darin, daß es als Kettenübertragungsmittel wirkt und das Molekulargewicht des Copolymers verringert.

[0006] Obwohl die vom Stand der Technik vorgeschlagenen Lösungen das Verschmutzungsproblem bis zu einem gewissen Grad mindern können, wurde bisher noch keine wirklich wirksame Lösung offenbart. Aufgrund der Bedeutung des Problems wäre eine wirksame Lösung für das Problem der Verschmutzung eines Reaktor sowohl aus technischer als auch ökonomischer Sicht ein wichtiger Vorteil.

Kurze Beschreibung der Erfindung

[0007] Es ist eine Aufgabe der Erfindung die Nachteile aus dem Stand der Technik zu beseitigen und das vorstehend genannte Problem der Verschmutzung des Reaktors bei einer Hochdruck-Radikal(co)polymerisation von Ethylen zu lösen.

[0008] Die Aufgabe dieser Erfindung wird dadurch gelöst, daß die Polymerisation in Gegenwart einer die Adhäsion vermindernenden, siliciumhaltigen Verbin-

dung durchgeführt wird.

[0009] Die vorliegende Erfindung gibt folglich ein Verfahren zur Verringerung der Verschmutzung eines Reaktors bei der Hochdruck-Radikalpolymerisation von Ethylen(co)polymeren an, das dadurch gekennzeichnet ist, daß dem Polymerisationsreaktor eine die Adhäsion vermindemde, siliciumhaltige Verbindung zugesetzt wird.

[0010] Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung werden aus den zugehörigen Ansprüchen und der folgenden Beschreibung deutlich.

Ausführliche Beschreibung der Erfindung

[0011] Die Zugabe der erfindungsgemäßen siliciumhaltigen Verbindungen eliminiert die Verschmutzung des Reaktors bereits bei sehr geringen dem Polymerisationsreaktor zugegebenen Mengen. Im allgemeinen ist es bevorzugt, die siliciumhaltige Verbindung in einer Menge von etwa 0,001 bis 3 Gew.-%, stärker bevorzugt etwa 0,005 bis 2 Gew.-% und noch bevorzugter von etwa 0,01 bis 1 Gew.-%, wie etwa 0,1 bis 1 Gew.-%, bezogen auf das Gewicht des erzeugten Polymers, zuzusetzen. Die die Adhäsion vermindemde, siliciumhaltige Verbindung kann dem Reaktor in irgendeiner geeigneten Weise zugesetzt werden, z.B. kontinuierlich oder diskontinuierlich, getrennt oder zusammen mit den anderen Polymerisationskomponenten (z.B. in einem Monomer gelöst) usw. Die siliciumhaltige Verbindung wird vorzugsweise während der Polymerisation kontinuierlich zusammen mit einem oder mehreren zu polymerisierenden Monomeren zugesetzt. Die Zugabestelle der siliciumhaltigen Verbindung ist vorzugsweise stromaufwärts (d.h. an der Ansaugseite) des Kompressors, der dem Polymerisationsreaktor das Monomer (die Monomere) zuführt.

[0012] Die erfindungsgemäße Zugabe der siliciumhaltigen Verbindung ermöglicht eine stabile Polymerisation ohne Verschmutzung des Reaktors. Insbesondere ermöglicht es die Erfindung, eine stabile Polymerisation ohne Verschmutzung des Reaktors zu erreichen, wenn Copolymere von Ethylen und bestimmte polare Comonomere mit einem höheren Comonomergehalt polymerisiert werden, als es bisher möglich war. Somit ist es gemäß dieser Erfindung möglich, Ethylen-Methylacrylat-Copolymere (EMA) mit 30 Gew.-% Methylacrylat ohne irgendeine signifikante Verschmutzung herzustellen. Außerdem kann gemäß dieser Erfindung eine höhere Umwandlungsrate, d.h. der Prozentsatz des (der) dem Reaktor zugeführten Monomers (Monomere), das (die) polymerisiert wird (werden), erreicht werden. Wie aus Beispiel 2 ersichtlich, konnte die Umwandlungsrate von etwa 30% ohne vorhandene Siliconverbindung um etwa 1 bis 2% Einheiten erhöht werden, was von großer ökonomischer Bedeutung ist. Als weiterer Vorteil der vorliegenden Erfindung können Polymere mit einem höheren Molekulargewicht erzeugt werden. Gemäß der vorliegenden Erfindung können folglich

Ethylen-Vinylacetat-Copolymere (EVA) mit hohem Molekulargewicht und einer Schmelzfließrate (MFR) von weniger als etwa 0,3 in stabiler Weise produziert werden, wohingegen die Polymerisation von EVA mit einem solchen hohen Molekulargewicht aufgrund der Verschmutzung des Reaktors normalerweise so instabil ist, daß sie überhaupt unmöglich ist.

[0013] Obwohl die vorliegende Erfindung für die Herstellung von Ethylencopolymeren von besonderem Vorteil ist, ist sie auch für die Erzeugung von Homopolymeren von Ethylen sehr vorteilhaft, bei der eine bessere und gleichmäßige Produktqualität erzielt werden kann.

[0014] Wie vorstehend erwähnt, besteht die Erfindung in der Zugabe einer die Adhäsion vermindernenden, siliciumhaltigen Verbindung zum Polymerisationsreaktor. Mit dem Begriff "die Adhäsion vermindemde, siliciumhaltige Verbindung", ist hier eine siliciumhaltige Verbindung gemeint, die die Adhäsion zwischen der Innenseite aus Metall des Reaktors und dem während der Polymerisation im Reaktor erzeugten Polymer verringert.

[0015] Um eine die Adhäsion vermindemde Wirkung auszuüben, muß die siliciumhaltige Verbindung eine Affinität gegenüber dem Material der Reaktorwand aufweisen, die gewöhnlich ein Metall ist. Die Verbindung sollte folglich eine oder mehrere polare Gruppen oder Funktionen aufweisen, die in gewisser Weise dazu neigen, an der Oberfläche der Reaktorwand, d.h. an Metalloberflächen, zu haften. Zwei Arten von siliciumhaltigen Verbindungen, die eine solche Affinität zeigen, sind Silane und Silicone.

[0016] Geeignete Silanverbindungen können mit der allgemeinen Formel angegeben werden: $R_k-SiR'_mX_n$ worin k 0 bis 3 ist, m 0 oder 1 ist, n 1 bis 4 ist, $k + m + n = 4$ ist,

R die gleich oder verschieden sein können, wenn mehr als eine solche Gruppe vorliegt, eine Alkyl-, Arylalkyl-, Alkylaryl- oder Arylgruppe mit 1 bis 20 Kohlenstoffatomen ist, mit der Maßgabe, daß, wenn mehr als eine Gruppe R vorliegt, die Gesamtzahl der Kohlenstoffatome der Gruppen R höchstens 30 beträgt;

R' $-R''SiR_pX_q$ ist, wobei p 0 bis 2 ist, q 1 bis 3 ist und $p + q = 3$ ist; R'' $-(CH_2)_rY_s(CH_2)_t-$ ist, worin r und t unabhängig 1 bis 3 sind, s 0 oder 1 ist und Y eine difunktionelle Heteroatom-Gruppe ist, die aus $-O-$, $-S-$, $-SO-$, $-SO_2-$, $-NH-$, $-NR-$ oder $-PR-$ ausgewählt ist, wobei R wie vorstehend definiert ist;

X die gleich oder verschieden sein können, wenn mehr als eine solche Gruppe vorliegt, eine Alkoxy-, Aryloxy-, Alkylaryloxy- oder Arylalkyloxygruppe mit 1 bis 15 Kohlenstoffatomen ist, mit der Maßgabe, daß, wenn mehr als eine Gruppe X vorliegt, die Gesamtzahl der Kohlenstoffatome höchstens 40 beträgt.

[0017] Die Alkyl-Einheit der Gruppe R kann linear oder verzweigt sein.

[0018] Die Alkyl-Einheit der Gruppe X kann linear oder verzweigt sein. Vorzugsweise weist jede Gruppe X 1 bis 8 Kohlenstoffatome, besonders bevorzugt 1 bis 4 Kohlenstoffatome auf. Die besonders bevorzugten Gruppen X sind Alkoxygruppen, die aus Methoxy, Ethoxy, Propoxy und 1-Butoxy ausgewählt sind.

[0019] Die Gruppen R und X können Heteroatom-Substituenten einschließen, das ist jedoch nicht bevorzugt. Insbesondere sind Säuregruppen oder Gruppen, die bei der Hydrolyse Säuren bilden können, wie Halogen- oder Carboxylat-Substituenten, nicht bevorzugt, da diese Säuren Korrosionsprobleme im Reaktor hervorrufen können.

[0020] Die gegenwärtig besonders bevorzugte siliciumhaltige Verbindung ist Hexadecyltrimethoxysilan, das handelsüblich ist und bei Umgebungstemperatur (Raumtemperatur) eine Flüssigkeit ist.

[0021] Wie vorstehend erwähnt, ist ein anderer Typ der bevorzugten siliciumhaltigen Verbindung, die in der vorliegenden Erfindung verwendet werden kann, Silicone. Silicone ist die übliche Bezeichnung für unterschiedliche Arten von Polysiloxanen, und diese haben die allgemeine Formel $R'_m(\text{SiR}_2\text{O})_nR'_m$, worin R und R' eine Methyl- oder Phenylgruppe sein können und n 3, 4 oder 5 ist, wenn m 0 ist, d.h., wenn die Verbindungen cyclisch sind, und n 2 bis 20 ist, wenn m 1 ist, d.h., wenn die Verbindung eine geradkettige ist.

[0022] Im allgemeinen sollte das verwendete Silan oder Silicon eine Flüssigkeit sein, damit es dem Reaktor leicht zugeführt werden kann, jedoch auch um auf den Reaktorwänden eine dünne Filmschicht zu erzeugen.

[0023] Nachdem die vorliegende Erfindung vorstehend beschrieben worden ist, wird sie nunmehr anhand von Beispielen erläutert, ohne in irgendeiner Weise darauf begrenzt zu sein.

Beispiel 1

[0024] In einem Rohrreaktor für die Hochdruck-Radikalpolymerisation wurde ein Ethylen-Ethylacrylat-Copolymer erzeugt, das 15 Gew.-% Ethylacrylat enthält und einen Schmelzindex (MI) von 6 g/10 min aufwies. Die Polymerisation erfolgte bei einer Temperatur von etwa 277 bis 283°C und einem Druck von etwa 265 MPa. Eine die Adhäsion vermindemde, siliciumhaltige Verbindung (Hexadecyltrimethoxysilan, HDTMS) wurde der Reaktorbeschickung in einer Menge von 2750 ppm zugesetzt. Die Polymerisation erfolgte 1 h und war sehr stabil, was sich unter anderem dadurch zeigte, daß die Höchsttemperatur nahezu konstant war, wohingegen sie bei der Polymerisation ohne die Zugabe von HDTMS innerhalb eines Temperaturbereichs von etwa 10°C schwankte. Die Umwandlungsrate bei der Polymerisation betrug 30%. Nachdem innerhalb einer 1-stündigen Polymerisation 2750 ppm HDTMS zugesetzt worden waren, wurde die zugesetzte Menge von HDTMS auf 6500 ppm erhöht und die Polymerisation wurde eine weite-

re Stunde lang fortgesetzt. Das ergab eine noch stabilere Höchsttemperatur. Dann wurde die Zugabe von HDTMS unterbrochen. Zuerst ging die stabile Polymerisation weiter, nach 2 bis 2,5 h der Polymerisation ohne irgendeine weitere Zugabe von HDTMS begann die Höchsttemperatur jedoch zu schwanken und die Polymerisation wurde instabil.

Beispiel 2

[0025] Ein Polymerisationsversuch wurde im gleichen Rohrreaktor wie in Beispiel 1 durchgeführt, wobei nacheinander drei Ethylen-Methylacrylat-Copolymere erzeugt wurden, die unterschiedliche Mengen von Methylacrylat enthielten: a) 14 Gew.-% Methylacrylat, MI = 6 g/10 min, b) 18 Gew.-% Methylacrylat, MI = 6 g/10 min, c) 25 Gew.-% Methylacrylat, MI = 0,5 g/10 min. Die Höchsttemperatur des Reaktors betrug 235°C, und der Reaktordruck lag bei etwa 270 MPa. Die drei unterschiedlichen Methylacrylatpolymere wurden während eines einzigen Versuchs erzeugt, indem die Methylacrylatbeschickung zweimal schrittweise erhöht wurde. Zuerst wurde ein Copolymer erzeugt, das 14% Methylacrylat enthielt, und danach wurde die Methylacrylatbeschickung so erhöht, daß ein Copolymer mit 18% Methylacrylat erzeugt wurde. Schließlich wurde die Methylacrylatbeschickung wieder erhöht, so daß ein Copolymer mit einem Methylacrylatgehalt von 25% erzeugt wurde. In jedem Versuch wurde HDTMS als die Adhäsion vermindemde, siliciumhaltige organische Verbindung zugesetzt. Für die ersten beiden Copolymere (14 Gew.-% Methylacrylat bzw. 18 Gew.-% Methylacrylat) betrug die zugesetzte HDTMS-Menge 2500 ppm, bezogen auf das erzeugte Polymer. Beim dritten Polymer (25 Gew.-% Methylacrylat) betrug die HDTMS-Menge 4500 ppm, bezogen auf das erzeugte Polymer. Der Einfluß der Zugabe von HDTMS wurde etwa 0,5 bis 1 h nach Beginn der Zugabe von HDTMS festgestellt, und es wurden äußerst stabile Reaktorbedingung mit einer stabilen Höchsttemperatur und ohne Hinweise auf eine Verschmutzung des Reaktors erzielt. Bei den unterschiedlichen zugesetzten Mengen von HDTMS wurde keine unterschiedliche Wirkung beobachtet. Die Umwandlungsrate bei dieser Polymerisation betrug 33% für die Ethylen-Methylacrylat-Copolymere, die 14 und 18 Gew.-% Methylacrylat enthielten, verglichen mit 29 bis 30% bei einem ähnlichen Versuch ohne die Zugabe von HDTMS. Wenn die Zugabe von HDTMS unterbrochen wurde, wurde die Polymerisationstemperatur nach einer weiteren Polymerisation von etwa 0,5 bis 1 h instabiler. In diesem Zusammenhang sollte hinzugefügt werden, daß die Polymerisation von Ethylen-Methylacrylat-Copolymeren, die mehr als etwa 20 Gew.-% Methylacrylat enthalten, normalerweise sehr schwierig ist und oft zu Polymerverstopfungen im Reaktor führt, die zu Höchstwerten des Drucks mit einer zugehörigen Dekompression des Reaktors und dem Durchgehen der Reaktion führen. Während der Polymerisation des

Ethylen-Methylacrylat-Copolymers, das 25 Gew.-% Methylacrylat enthielt, wurde kein derartiges Problem beobachtet, wenn die Polymerisation in Gegenwart von HDTMS erfolgte.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Verringerung der Reaktorverschmutzung bei einer Hochdruck-Radikalpolymerisation von Ethylen(co)polymeren, **dadurch gekennzeichnet**, daß dem Polymerisationsreaktor eine die Adhäsion vermindemde, siliciumhaltige Verbindung zugesetzt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei 0,001 bis 3 Gew.-% der siliciumhaltigen Verbindung, bezogen auf die erzeugte Polymermenge, zugesetzt werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei die siliciumhaltige Verbindung eine Silanverbindung ist.

4. Verfahren nach Anspruch 3, wobei die Silanverbindung die allgemeine Formel hat: $R_kSiR'_mX_n$ worin

k 0 bis 3 ist,

m 0 oder 1 ist,

n 1 bis 4 ist,

k + m + n = 4 ist,

R die gleich oder verschieden sein können, wenn mehr als eine solche Gruppe vorliegt, eine Alkyl-, Arylalkyl-, Alkylaryl- oder Arylgruppe mit 1 bis 20 Kohlenstoffatomen ist, mit der Maßgabe, daß, wenn mehr als eine Gruppe R vorliegt, die Gesamtzahl der Kohlenstoffatome der Gruppen R höchstens 30 beträgt;

$R' - R''SiR_pX_q$ ist, wobei p 0 bis 2 ist, q 1 bis 3 ist und $p + q = 3$ ist; $R'' - (CH_2)_rY_s(CH_2)_t-$ ist, worin r und t unabhängig 1 bis 3 sind, s 0 oder 1 ist und Y aus -O-, -S-, -SO-, -SO₂-, -NH-, -NR- oder -PR- ausgewählt ist, wobei R wie bereits definiert ist;

X die gleich oder verschieden sein können, wenn mehr als eine solche Gruppe vorliegt, eine Alkoxy-, Aryloxy-, Alkylaryloxy- oder Arylalkyloxygruppe mit 1 bis 15 Kohlenstoffatomen ist, mit der Maßgabe, daß, wenn mehr als eine Gruppe X vorliegt, die Gesamtzahl der Kohlenstoffatome in den Alkyl-Einheiten höchstens 40 beträgt.

5. Verfahren nach Anspruch 4, wobei X aus Methoxy, Ethoxy, Propoxy und 1-Butoxy ausgewählt ist.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die siliciumhaltige Verbindung Hexadecyltrimethoxysilan ist.

7. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei die siliciumhaltige Verbindung eine Siliconverbindung mit der allgemeinen Formel ist: $R'_m(SiR_2O)_nR'_m$ worin R und R' eine Methyl- oder Phenylgruppe sind und n 3, 4 oder 5 ist, wenn m 0 ist, und n 2 bis 20 ist, wenn m

1 ist.

8. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Polymerisation die Copolymerisation von Ethylen und einem polaren Comonomer ist.

9. Verfahren nach Anspruch 8, wobei das polare Comonomer aus (Meth)acrylsäure und Estern davon ausgewählt ist.

10. Verfahren nach Anspruch 9, wobei das polare Comonomer aus Methylacrylat, Ethylacrylat und Butylacrylat ausgewählt ist.

Es folgt kein Blatt Zeichnungen