



(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: 10 2010 001 040.5

(51) Int Cl.: C08F 220/12 (2006.01)

(22) Anmelddatum: 20.01.2010

C10M 119/12 (2006.01)

(43) Offenlegungstag: 21.07.2011

(71) Anmelder:

Evonik RohMax Additives GmbH, 64293,  
Darmstadt, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:  
siehe Folgeseiten

(72) Erfinder:

Koschabek, René, Dr., 69469, Weinheim, DE;  
Künzel, Sandra, 64354, Reinheim, DE; Weber,  
Markus, 64395, Brensbach, DE; Bartels, Thorsten,  
Dr., 67256, Weisenheim am Sand, DE; Wincierz,  
Christoph, Dr., 64285, Darmstadt, DE

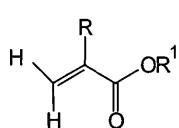
Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

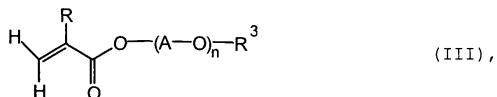
(54) Bezeichnung: **(Meth)acrylat-Polymer zur Verbesserung des Viskositätsindexes**

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft ein (Meth)acrylat-Polymer zur Verbesserung des Viskositätsindexes, welches

a) 5 bis 60 Gew.-% an Wiederholungseinheiten umfasst, die von (Meth)acrylaten der Formel (I) abgeleitet sind



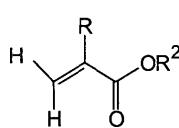
(I),



(III),

worin R Wasserstoff oder Methyl darstellt und R¹ einen Alkylrest mit 1 bis 6 Kohlenstoffatomen bedeutet,

b) 5 bis 80 Gew.-% an Wiederholungseinheiten umfasst, die von (Meth)acrylaten der Formel (II) abgeleitet sind



(II),

worin R Wasserstoff oder Methyl darstellt, n für eine Zahl im Bereich von 2 bis 500 und A für C₂-C₄-Alkylen steht und R³ ein Wasserstoffatom oder ein Alkylrest mit 1 bis 4 Kohlenstoffatomen bedeutet.

Weiterhin beschreibt die vorliegende Erfindung neue Schmierölzusammensetzungen sowie Verfahren zur Herstellung der zuvor dargelegten (Meth)acrylat-Polymeren und die Verwendung derselben zur Verbesserung des Viskositätsindexes von Schmierölzusammensetzungen, die mindestens ein polares Grundöl umfassen.

(19)



Deutsches  
Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2010 001 040 A1 2011.07.21**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

**DE 10 2005 015931 A1**  
**DE 198 47 423 A1**  
**DE 100 15 537 A1**  
**DE 40 25 494 A1**  
**DE 39 30 142 A1**  
**US 64 75 964 B1**

## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft (Meth)acrylat-Polymeren zur Verbesserung des Viskositätsindexes. Darüber hinaus beschreibt die vorliegende Erfindung Schmierölzusammensetzungen, die diese (Meth)acrylat-Polymeren enthalten.

**[0002]** Die Verwendung von synthetischen Grundölen für Schmieröle ist Stand der Technik. Die Vorteile von synthetischen Ölen sind an sich bekannt. Beispielweise lassen sich viskosimetrische Eigenschaften von Ölen durch gezielte Synthese derselben an vorgegebene Anforderungen anpassen. Schon 1931 wird von Schmierstoffen berichtet (A. W. Neely, R. V. Shankland, F. W. Sullivan, N. N. Vorhees, Ind. Eng. Chem., 1931, 23, s. 604), die auf katalytische Polymerisierung von Olefinen basieren und besonders gute Stockpunkte aufweisen.

**[0003]** Neben den erwähnten Polyolefinen haben im Laufe der Zeit weitere synthetische Öle Verwendung im Schmierstoffbereich gefunden. Zu nennen sind hier Esteröle wie z. B. Adipate, alkylierte Aromaten, Phosphatester, Siloxane und Polyalkylenglykole (PAG).

**[0004]** Aufgrund ihrer hohen Polarität und ihrer Unbrennbarkeit fanden PAG zunächst Anwendung in Wasser-basierten Hydraulikflüssigkeiten von Militärflugzeugen im 2. Weltkrieg (W. H. Millett, Iron Stell Eng., 41, 1948).

**[0005]** Später wurden PAG u. a. als Schmierstoffe für Flugzeugmotoren eingesetzt (B. Rubin, E. M. Glass, SAE Q. Trans., 4, 287, 1950). Von Vorteil waren hier insbesondere die hervorragenden Tieftemperatureigenschaften der PAG wie z. B. Stockpunkte von < -50°C.

**[0006]** Als weitere wünschenswerte Eigenschaften von PAG sind zu nennen: geringe Neigung zur Bildung von Ölrückständen („Sludge“) und Ruß, rückstandslose Verbrennung, hohe Verträglichkeit mit Gummi und Elastomeren (Dichtungsverträglichkeit), gute Lösungseigenschaften. Des Weiteren verleiht ihre hohe Polarität den PAG eine hohe Affinität zu Metalloberflächen, so dass der Schmierfilm selbst bei hohen Belastungen intakt bleibt.

**[0007]** Aus diesen Gründen wurden PAG auch als Schmierstoffe für Automobilmotoren eingesetzt. Die Eignung für diese Anwendung konnte durch mehr als 2 Mio Testmeilen bewiesen werden (J. M. Russ, Lubri. Eng., 151, 1946). Aufgrund von ökonomischen Gesichtspunkten und niedrigen technologischen Anforderungen konnten sich die PAG hier allerdings nicht durchsetzen.

**[0008]** In Zeiten abnehmender Welteröldrucksäfte, Umweltbewusstsein und vor allem erweiterten technischen Anforderungsprofilen an Schmierstoffe verstärkt sich das Interesse an synthetischen Grundölen.

**[0009]** Für die Anwendung von Polyalkylenglykolen als Schmierstoffbasisöle ist die Viskosität ein entscheidendes Kriterium. Deshalb erfolgt die Einteilung von Basisölen für Schmierstoffe in so genannte ISO-VG-Klassen (Viskositätsklasse nach DIN 51519).

**[0010]** Viskositätsindexverbesserer (VII) sind meist polymere Additive, die in der Lage sind, den Viskositätsabfall bei steigender Öltemperatur abzumildern. Die in üblichen, auf Mineralöl basierenden Schmierölen zur Verbesserung des Viskositätsindexes eingesetzten Polymere gehören unterschiedlichen Klassen an. Zu nennen sind hier Olefin-Copolymere, Polyisobuten, Styrol-Maleinsäureanhydrid-Copolymere, Polyisopren, Polyalkylacrylate und- methacrylate. Beim Einsatz von PAG als Grundöl können herkömmliche VII auf Grund deren geringer Löslichkeit im Allgemeinen nicht eingesetzt werden.

**[0011]** Polymere mit Wiederholungseinheiten, die Polyalkylenglykolgruppen umfassen, sind aus dem Stand der Technik bekannt. Allerdings umfassen diese Polymere relativ geringe Anteile an diesen Wiederholungseinheiten.

**[0012]** Beispielsweise beschreiben die Dokumente US 2,892,820 und US 3,277,157 Mineralöl-lösliche PAMA mit Seitenketten basierend auf Polyethylenglykol. Durch den Einsatz von PAMA mit Polyalkylenglykol-Seitenketten zeigen die modifizierten Polymere detergierende und dispergierende Eigenschaften, wobei diese durch verminderte lackartige Anhaftungen an Zylindern bestimmt sind. Ähnliche Eigenschaften derartiger Polymere werden in den Druckschriften EP 418 610 A1 und EP 542 111 A2 dargelegt. Weiterhin sind Demulgatoren auf Basis von Polyalkyl(meth)acrylat-Copolymeren aus DE 198 03 696 A1 bekannt.

**[0013]** Die Verwendung von Polyalkyl(meth)acrylat-Copolymeren mit Polyalkylenglykol-Seitengruppen zur Verbesserung des Viskositätsindexes von Schmierölzusammensetzungen, die mindestens ein polares Grundöl umfassen, wird in den zuvor dargelegten Druckschriften nicht beschrieben.

**[0014]** In Anbetracht des Standes der Technik war es nun Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Additiv zur Verfügung zu stellen, das zu einer Verbesserung Viskositätsindexes von Schmierölzusammensetzungen führt, die mindestens ein polares Grundöl umfassen. Diese Verbesserung sollte insbesondere bei Schmierölzusammensetzungen erzielt werden, die mindestens ein Polyalkylenglykol umfassen.

**[0015]** Darüber hinaus war es mithin eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Additiv zur Verfügung zu stellen, das mit einer sehr hohen Effizienz zu einer Verbesserung des Viskositätsindexes führt. Dementsprechend sollte eine möglichst geringe Zugabe an Additiv notwendig sein, um eine Verdickung des polaren Grundöls auf einen normgerechten Wert zu erzielen. Hierbei sollte der Viskositätsabfall bei steigender Öltemperatur auch bei sehr geringen Mengen an Additiv spürbar vermindert werden können.

**[0016]** Weiterhin war es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung ein Additiv bereitzustellen, welches eine gute Dispergiereigenschaft aufweist. Darüber hinaus sollte das Additiv eine hohe Verträglichkeit mit Gummi und Elastomeren (Dichtungsverträglichkeit) zeigen, so dass diese Komponenten nicht durch das Additiv angegriffen werden. Ähnlich sollte das Additiv die weiteren wünschenswerten Eigenschaften des Schmieröls nicht nachteilig beeinflussen. So sollte das Additiv die hohe Affinität zu Metalloberflächen des polaren Grundöls nicht beeinträchtigen, so dass der Schmierfilm selbst bei hohen Belastungen intakt bleibt.

**[0017]** Eine weitere Aufgabe der Erfindung bestand darin, Additive bereitzustellen, die einfach und kostengünstig hergestellt werden können, wobei insbesondere kommerziell erhältliche Komponenten eingesetzt werden sollten. Hierbei sollte die Produktion großtechnisch erfolgen können, ohne dass hierzu neue oder konstruktiv aufwendige Anlagen benötigt werden.

**[0018]** Des Weiteren war es ein Ziel der vorliegenden Erfindung ein Additiv bereitzustellen, das eine Vielzahl von wünschenswerten Eigenschaften in der Schmierölzusammensetzung bewirkt. Hierdurch kann die Anzahl an unterschiedlichen Additiven minimiert werden. So sollten bevorzugte Additive insbesondere dispergierende Wirkungen zeigen.

**[0019]** Weiterhin sollte das Additiv keine nachteiligen Wirkungen auf die Umweltverträglichkeit des Grundöls zeigen.

**[0020]** Ferner sollten die Additive eine besonders lange Haltbarkeit und einen geringen Abbau während des Einsatzes zeigen, so dass entsprechend modifizierte Schmierölzusammensetzungen über einen langen Zeitraum eingesetzt werden können.

**[0021]** Gelöst werden diese sowie weitere nicht explizit genannten Aufgaben, die jedoch aus den hierin einleitend diskutierten Zusammenhängen ohne weiteres ableitbar oder erschließbar sind, durch (Meth)acrylat-Polymeren zur Verbesserung des Viskositätsindexes mit allen Merkmalen des Patentanspruchs 1. Zweckmäßige Abwandlungen der erfindungsgemäßen (Meth)acrylat-Polymeren werden in den rückbezogenen Unteransprüchen unter Schutz gestellt. Hinsichtlich der Schmierölzusammensetzungen, der besonderen Verwendung von erfindungsgemäßen (Meth)acrylat-Polymeren und bevorzugter Verfahren zur Herstellung derselben liefern die Ansprüche 9, 12 und 14 eine Lösung der zugrunde liegenden Aufgaben.

**[0022]** Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist dementsprechend ein (Meth)acrylat-Polymer zur Verbesserung des Viskositätsindexes, welches dadurch gekennzeichnet ist, dass das (Meth)acrylat-Polymer

a) 5 bis 60 Gew.-% an Wiederholungseinheiten umfasst, die von (Meth)acrylaten der Formel (I) abgeleitet sind



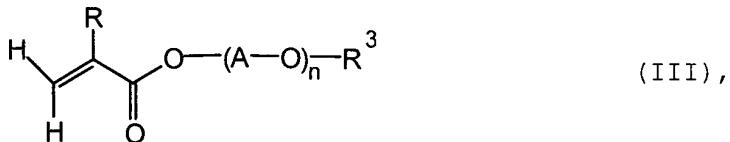
worin R Wasserstoff oder Methyl darstellt und R<sup>1</sup> einen Alkylrest mit 1 bis 6 Kohlenstoffatomen bedeutet,

b) 5 bis 80 Gew.-% an Wiederholungseinheiten umfasst, die von (Meth)acrylaten der Formel (II) abgeleitet sind



worin R Wasserstoff oder Methyl darstellt und  $\text{R}^2$  einen Alkylrest mit 7 bis 30 Kohlenstoffatomen bedeutet, und

c) 15 bis 90 Gew.-% an Wiederholungseinheiten umfasst, die von (Meth)acrylaten der Formel (III) abgeleitet sind



worin R Wasserstoff oder Methyl darstellt, n für eine Zahl im Bereich von 2 bis 500 und A für C<sub>2</sub>-C<sub>4</sub>-Alkylen steht und  $\text{R}^3$  ein Wasserstoffatom oder ein Alkylrest mit 1 bis 4 Kohlenstoffatomen bedeutet.

**[0023]** Hierdurch gelingt es auf nicht vorhersehbare Weise ein Additiv zur Verfügung zu stellen, das mit einer sehr hohen Effizienz zu einer Verbesserung des Viskositätsindexes führt. Dementsprechend führt eine relativ geringe Zugabe an Additiv zu einer Verdickung des polaren Grundöls auf einen normgerechten Wert. Hierbei kann der Viskositätsabfall bei steigender Öltemperatur auch bei sehr geringen Mengen an Additiv spürbar vermindert werden.

**[0024]** Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform des (Meth)acrylat-Polymers zur Verbesserung des Viskositätsindexes wird ein Additiv bereitgestellt, welches eine gute Dispergiereigenschaft aufweist. Darüber hinaus zeigt das (Meth)acrylat-Polymer zur Verbesserung des Viskositätsindexes eine hohe Verträglichkeit mit Gummi und Elastomeren (Dichtungsverträglichkeit), so dass diese Komponenten nicht durch das Additiv angegriffen werden. Ähnlich beeinflusst das Additiv die weiteren wünschenswerten Eigenschaften des Schmieröls nicht nachteilig. So beeinträchtigt das (Meth)acrylat-Polymer zur Verbesserung des Viskositätsindexes die hohe Affinität zu Metalloberflächen des polaren Grundöls nicht, so dass der Schmierfilm selbst bei hohen Belastungen intakt bleibt.

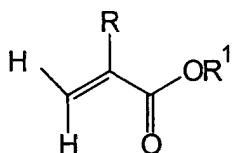
**[0025]** Des Weiteren können die (Meth)acrylat-Polymere zur Verbesserung des Viskositätsindexes einfach und kostengünstig hergestellt werden, wobei insbesondere kommerziell erhältliche Komponenten eingesetzt werden können. Hierbei kann die Produktion großtechnisch erfolgen, ohne dass hierzu neue oder konstruktiv aufwendige Anlagen benötigt werden.

**[0026]** Des Weiteren kann das (Meth)acrylat-Polymer zur Verbesserung des Viskositätsindexes eine Vielzahl von wünschenswerten Eigenschaften in der Schmierölzusammensetzung bewirken. Hierdurch kann die Anzahl an unterschiedlichen Additiven minimiert werden. So können bevorzugte Additive insbesondere dispergierende Wirkungen zeigen.

**[0027]** Weiterhin zeigt das (Meth)acrylat-Polymer zur Verbesserung des Viskositätsindexes keine nachteiligen Wirkungen auf die Umweltverträglichkeit des Grundöls.

**[0028]** Ferner zeigen die (Meth)acrylat-Polymere zur Verbesserung des Viskositätsindexes eine besonders lange Haltbarkeit und einen geringen Abbau während des Einsatzes zeigen, so dass entsprechend modifizierte Schmierölzusammensetzungen über einen langen Zeitraum eingesetzt werden können.

**[0029]** Erfnungsgemäß werden (Meth)acrylat-Polymere zur Verbesserung des Viskositätsindexes bereitgestellt, die 5 bis 60 Gew.-%, vorzugsweise 15 bis 40 Gew.-% und besonders bevorzugt 20 bis 30 Gew.-% an Wiederholungseinheiten umfassen, die von (Meth)acrylaten der Formel (I) abgeleitet sind



(I),

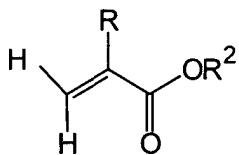
worin R Wasserstoff oder Methyl darstellt und R<sup>1</sup> einen mit 1 bis 6 Kohlenstoffatomen bedeutet, der linear oder verzweigt sein kann.

**[0030]** Der Begriff Wiederholungseinheit ist in der Fachwelt weithin bekannt. Die vorliegenden (Meth)acrylat-Polymere können vorzugsweise über radikalische Polymerisation von Monomeren erhalten werden, wobei die später dargelegten ATRP-, RAFT- und NMP-Verfahren im Rahmen der Erfindung zu den radikalischen Verfahren zu zählen sind, ohne dass hierdurch eine Beschränkung erfolgen soll. Hierbei werden Doppelbindungen unter Bildung von kovalenten Bindungen geöffnet. Dementsprechend ergibt sich die Wiederholungseinheit aus den eingesetzten Monomeren. Zur Bestimmung des Gewichtsanteils können üblich Endgruppen oder Startgruppen vernachlässigt werden. Dementsprechend ergibt sich der Gewichtsanteil an den jeweiligen Wiederholungseinheiten, die diese Polymere aufweisen, aus den zur Herstellung der Polymere eingesetzten Gewichtsanteilen an entsprechenden Monomeren.

**[0031]** Der Ausdruck (Meth)acrylate umfasst Methacrylate und Acrylate sowie Mischungen derselben. Diese Monomere sind weithin bekannt.

**[0032]** Beispiele für Monomere gemäß Formel (I) sind unter anderem (Meth)acrylate, die sich von gesättigten Alkoholen ableiten, wie Methyl(meth)acrylat, Ethyl(meth)acrylat, n-Propyl(meth)acrylat, iso-Propyl(meth)acrylat, n-Butyl(meth)acrylat, tert.-Butyl(meth)acrylat und Pentyl(meth)acrylat, Hexyl(meth)acrylat; Cycloalkyl(meth)acrylate, wie Cyclopentyl(meth)acrylat, Cyclohexyl(meth)acrylat. Von den genannten Monomeren ist Methylmethacrylat besonders bevorzugt.

**[0033]** Darüber hinaus umfassen erfindungsgemäße (Meth)acrylat-Polymere zur Verbesserung des Viskositätsindexes 5 bis 80 Gew.-%, vorzugsweise 15 bis 70 Gew.-% und besonders bevorzugt 20 bis 60 Gew.-% an Wiederholungseinheiten, die von (Meth)acrylaten der Formel (II) abgeleitet sind



(II),

worin R Wasserstoff oder Methyl darstellt und R<sup>2</sup> einen Alkylrest mit 7 bis 30 Kohlenstoffatomen bedeutet, der linear oder verzweigt sein kann.

**[0034]** Beispiele für Monomere gemäß Formel (II) sind unter anderem:  
 (Meth)acrylate, die sich von gesättigten Alkoholen ableiten, wie 2-Ethylhexyl(meth)acrylat,  
 Heptyl(meth)acrylat, 2-tert.-Butylheptyl(meth)acrylat, Octyl(meth)acrylat, 3-iso-Propylheptyl(meth)acrylat,  
 Nonyl(meth)acrylat, Decyl(meth)acrylat,  
 Undecyl(meth)acrylat, 5-Methylundecyl(meth)acrylat, Dodecyl(meth)acrylat, 2-Methyldodecyl(meth)acrylat,  
 Tridecyl(meth)acrylat, 5-Methyltridecyl(meth)acrylat, Tetradecyl(meth)acrylat, Pentadecyl(meth)acrylat, Hexadecyl(meth)acrylat, 2-Methylhexadecyl(meth)acrylat, Heptadecyl(meth)acrylat,  
 5-iso-Propylheptadecyl(meth)acrylat,  
 4-tert.-Butyloctadecyl(meth)acrylat,  
 5-Ethyloctadecyl(meth)acrylat,  
 3-iso-Propyloctadecyl(meth)acrylat, Octadecyl(meth)acrylat, Nonadecyl(meth)acrylat, Eicosyl(meth)acrylat,  
 Cetyleicosyl(meth)acrylat, Stearyleicosyl(meth)acrylat, Docosyl(meth)acrylat und/oder  
 Eicosyltetracontyl(meth)acrylat;  
 Cycloalkyl(meth)acrylate, wie  
 3-Vinylcyclohexyl(meth)acrylat, Bornyl(meth)acrylat, 2,4,5-Tri-t-butyl-3-vinylcyclohexyl(meth)acrylat, 2,3,4,5-Tetra-t-butylcyclohexyl(meth)acrylat.

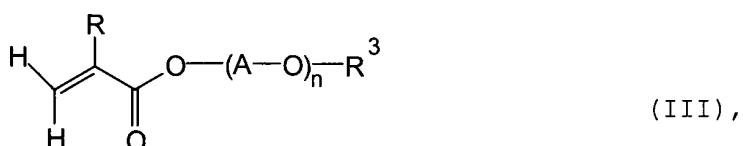
**[0035]** Die (Meth)acrylate mit langkettigem Alkoholrest lassen sich beispielsweise durch Umsetzen von (Meth)acrylaten und/oder (Meth)acrylsäure mit langketigen Fettalkoholen erhalten, wobei im allgemeinen eine Mi-

schung von (Meth)acrylaten mit verschiedenen langkettigen Alkoholresten entsteht. Zu diesen Fettalkoholen gehören unter anderem Oxo Alcohol® 7911, Oxo Alcohol® 7900, Oxo Alcohol® 1100; Alfol® 610, Alfol® 810, Lial® 125 und Nafol®-Typen (Sasol); Alphanol® 79 (ICI); Epal® 610 und Epal® 810 (Afton); Linevol® 79, Linevol® 911 und Neodol® 25E (Shell); Dehydad®, Hydrenol®- und Lorol®-Typen (Cognis); Acropol® 35 und Exxal® 10 (Exxon Chemicals); Kalcol® 2465 (Kao Chemicals).

**[0036]** Vorzugsweise kann der Anteil an Wiederholungseinheiten im (Meth)acrylat-Polymer, die von (Meth)acrylaten mit 7 bis 15 Kohlenstoffatomen im Alkoholrest abgeleitet sind, 5 bis 80 Gew.-%, insbesondere bevorzugt 15 bis 70 Gew.-% und besonders bevorzugt 20 bis 60 Gew.-%, bezogen auf das Gewicht der zur Herstellung des (Meth)acrylat-Polymers eingesetzten Monomere, betragen. Weiterhin sind (Meth)acrylat-Polymeren bevorzugt, die 0,5 bis 60 Gew.-%, besonders bevorzugt 1 bis 20 Gew.-% an Wiederholungseinheiten aufweisen, die von (Meth)acrylaten mit 16 bis 30 Kohlenstoffatomen abgeleitet sind.

**[0037]** Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung können auch Mischungen von Monomeren der Formel (II) eingesetzt werden, wobei die Mischung vorzugsweise mindestens ein (Meth)acrylat mit 7 bis 15 Kohlenstoffatomen im Alkoholrest und mindestens ein (Meth)acrylat mit 16 bis 30 Kohlenstoffatomen im Alkoholrest umfasst. Das Gewichtsverhältnis von (Meth)acrylaten mit 7 bis 15 Kohlenstoffatomen im Alkoholrest zu (Meth)acrylaten mit 16 bis 30 Kohlenstoffatomen im Alkoholrest liegt vorzugsweise im Bereich von 10:1 zu 1:10, besonders bevorzugt im Bereich von 5:1 zu 1,5:1.

**[0038]** Darüber hinaus umfassen erfindungsgemäße (Meth)acrylat-Polymeren zur Verbesserung des Viskositätsindexes 15 bis 90 Gew.-%, vorzugsweise 25 bis 70 Gew.-% und besonders bevorzugt 30 bis 60 Gew.-% an Wiederholungseinheiten, die von (Meth)acrylaten der Formel (III) abgeleitet sind:



worin n die Anzahl der Wiederholungseinheiten angibt und in der Regel für eine Zahl im Bereich von 2 bis 150, insbesondere im Bereich von 3 bis 50 und besonders bevorzugt im Bereich von 4 bis 20 steht, A für C<sub>2</sub>-C<sub>4</sub>-Alkylen wie 1,2-Ethandiyyl, 1,3-Propandiyl, 1,2-Propandiyl, 1,2-Butandiyl oder 1,4-Butandiyl; R für Wasserstoff oder Methyl und R<sup>3</sup> für Wasserstoff oder Alkyl mit 1 bis 4 C-Atomen und speziell Methyl oder Ethyl steht.

**[0039]** Die von (Meth)acrylaten der Formel (III) abgeleiteten Monomere werden im Rahmen der vorliegenden Erfindung auch als Polyalkylenglykolmono(meth)acrylate bezeichnet.

**[0040]** Besonders bevorzugt einsetzbare (Poly-C<sub>2</sub>-C<sub>4</sub>-alkylenglykol)mono(meth)acrylsäureester zeichnen sich dadurch aus, dass wenigstens 50 Gew.-%, vorzugsweise wenigstens 70 Gew.-%, insbesondere wenigstens 90 Gew.-% und speziell alle der Wiederholungseinheiten A-O in Formel (III) von Ethylenenglykol bzw. von Ethylenoxid abgeleitet sind. Dementsprechend stehen vorzugsweise wenigstens 50 Gew.-%, insbesondere wenigstens 70 Gew.-%, ganz besonders bevorzugt wenigstens 90 Gew.-% und speziell alle der Einheiten A-O in Formel (III) für CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-O. Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung können wenigstens 50 Gew.-%, vorzugsweise wenigstens 70 Gew.-%, insbesondere wenigstens 90 Gew.-% und speziell alle der Wiederholungseinheiten A-O in Formel (III) von Propylenglykol bzw. Propylenoxid abgeleitet sein.

**[0041]** Zu den bevorzugten Polyalkylenglykolmono(meth)acrylaten gehören insbesondere Alkoxypolyalkylenglykolmono(meth)acrylate, die sich durch eine Alkylgruppe als Rest R<sup>4</sup> in obiger Formel (III) auszeichnen. Hierbei sind insbesondere Methoxypolyethylenglykolmono(meth)acrylate, auch als MPEG(Meth)acrylate bezeichnet, besonders bevorzugt.

**[0042]** Die Herstellung von Monomeren gemäß Formel (III) ist unter anderem in WO 2006/024538, eingereicht am 02.09.2005 beim Europäischen Patentamt mit der Anmeldenummer PCT/EP2005/009466; und WO 2005/000929, eingereicht am 20.05.2004 beim Amerikanischen Patentamt (USPTO) mit der Anmeldenummer PCT/US2004/015898; dargelegt, wobei zu Zwecken der Offenbarung auf diese Druckschriften verwiesen wird und die darin beschriebenen

Polyalkylenglykolmono(meth)acrylate und Verfahren zu deren Herstellung in die vorliegende Anmeldung eingefügt werden. So können Polyalkylenglykolmono(meth)acrylate mit einer Hydroxygruppe durch Umsetzung von (Meth)acrylsäure mit Epoxiden erhalten werden. Weiterhin können

Polyalkylenglykolmono(meth)acrylate durch Umesterung von Alkyl(meth)acrylaten mit Alkoxypolyalkylenglykolen, insbesondere Methoxypolyalkylenglykolen erhalten werden.

**[0043]** Das Gewichtsmittel des Molekulargewichts des Polyalkylenglykolmono(meth)acrylats liegt vorzugsweise im Bereich von 200 bis 6000 g/mol, besonders bevorzugt im Bereich 250 bis 1000 g/mol, gemessen gemäß GPC.

**[0044]** Zu den bevorzugten (Meth)acrylaten gemäß Formel (III) zählen unter anderem 2-[2-(2-Ethoxyethoxy)ethoxy]ethylmethacrylat, 2-[2-(2-Methoxyethoxy)ethoxy]ethylacrylat, 2-[2-(2-Ethoxyethoxy)ethoxy]ethylacrylat, 2-(2-Ethoxyethoxy)ethylmethacrylat, 2-(2-Butoxyethoxy)ethylmethacrylat, Methylidipropylenglykolmethacrylat, Methyltripropylenglykolmethacrylat, Methyltripropylenglykolacrylat, Methylidipropylenglykolacrylat, 2-[2-(2-Methoxyethoxy)ethoxy]ethylmethacrylat. Von besonderem Interesse ist insbesondere Butyldiglycolmethacrylat mit der CAS-Nr. 7328-22-5, welches von Evonik Röhm GmbH unter der Handelsbezeichnung VISIONER® BDGMA kommerziell erhältlich ist. Besonders bevorzugt ist Ethyltriglycolmethacrylat mit der CAS-Nr. 39670-09-2, welches von Evonik Röhm GmbH unter der Handelsbezeichnung VISIONER® ETMA kommerziell erworben werden kann.

**[0045]** Bevorzugt einzusetzende Polyalkylenglykolmono(meth)acrylate sind weiterhin Methoxypolyethylenglykolmonomethacrylate mit der CAS-Nr. 26 915-72-0. Diese Methoxypolyethylenglykolmonomethacrylate weisen bevorzugt ein Zahlenmittel des Molekulargewichts im Bereich von 350 bis 5500 auf, so dass n in obiger Formel (III) vorzugsweise im Bereich von 6 bis 120 liegt. Diese Monomere können insbesondere unter den Handelsbezeichnungen Plex® 6850-0, Plex® 6969-0, Plex® 6968-0 und Plex® 6965-0 bzw. VISIONER® MPEG 750 MA W, VISIONER® MPEG 1005 MA W, VISIONER® MPEG 2005 MA W und VISIONER® MPEG 5005 MA W von Evonik Röhm GmbH kommerziell erworben werden.

**[0046]** Die erfindungsgemäßen (Meth)acrylat-Polymere können weitere Monomere umfassen, die mit den zuvor dargelegten (Meth)acrylaten der Formeln (I) bis (III) copolymerisierbar sind. Hierzu gehören unter anderem Aryl(meth)acrylate, wie Benzylmethacrylat oder Phenylmethacrylat, wobei die Arylreste jeweils unsubstituiert oder bis zu vierfach substituiert sein können;

Styrol, substituierte Styrole mit einem Alkylsubstituenten in der Seitenkette, wie z. B.  $\alpha$ -Methylstyrol und  $\alpha$ -Ethylstyrol, substituierte Styrole mit einem Alkylsubstituenten am Ring, wie Vinyltuluol und p-Methylstyrol, halogenierte Styrole, wie beispielsweise Monochlorstyrole, Dichlorstyrole, Tribromstyrole und Tetrabromstyrole; Maleinsäure und Maleinsäurederivate, wie beispielsweise Maleinsäuremonoester, Maleinsäurediester, Maleinsäureanhydrid, Methylmaleinsäureanhydrid, Maleinimid, Methylmaleinimid; Itaconsäure und Itaconsäurederivate, wie beispielsweise Itaconsäuremonoester, Itaconsäurediester und Itaconsäureanhydrid; Fumarsäure und Fumarsäurederivate wie beispielsweise Fumarsäuremonoester, Fumarsäurediester und Fumarsäureanhydrid.

**[0047]** Gemäß einer besonderen Ausführungsform können insbesondere dispergierende Monomere eingesetzt werden, die sich von Monomeren gemäß Formel (III) unterscheiden.

**[0048]** Dispergierende Monomere werden seit langem zur Funktionalisierung von polymeren Additiven in Schmierölen eingesetzt und sind dem Fachmann daher bekannt (vgl. R.M. Mortier, S. T. Orszulik (eds.): "Chemistry and Technology of Lubricants", Blackie Academic & Professional, London, 2nd ed. 1997). Zweckmäßig können insbesondere heterocyclische Vinylverbindungen und/oder ethylenisch ungesättigte, polare Ester- oder Amid-Verbindungen der Formel (IV)



worin R Wasserstoff oder Methyl darstellt, X Sauerstoff, Schwefel oder eine Aminogruppe der Formel -NH- oder -NR<sup>a</sup>-, worin R<sup>a</sup> für einen Alkylrest mit 1 bis 10, bevorzugt 1 bis 4 Kohlenstoffatomen steht, R<sup>4</sup> einen 2 bis 50, insbesondere 2 bis 30, vorzugsweise 2 bis 20 Kohlenstoffatome umfassenden Rest mit mindestens einem, vorzugsweise mindestens zwei Heteroatomen, darstellt, als dispergierende Monomere eingesetzt werden.

**[0049]** Beispiele für dispergierende Monomere der Formel (IV) sind unter anderem Aminoalkyl(meth)acrylate, Aminoalkyl(meth)acrylamide, Hydroxylalkyl(meth)acrylate, heterocyclische (Meth)acrylate und/oder carbonylhältige (Meth)acrylate.

**[0050]** Zu den Hydroxyalkyl(meth)acrylate zählen unter anderem  
 2-Hydroxypropyl(meth)acrylat,  
 3,4-Dihydroxybutyl(meth)acrylat,  
 2-Hydroxyethyl(meth)acrylat,  
 3-Hydroxypropyl(meth)acrylat,  
 2,5-Dimethyl-1,6-hexandiol(meth)acrylat und  
 1,10-Decandiol(meth)acrylat.

**[0051]** Carbonylhältige(Meth)acrylate umfassen beispielsweise  
 2-Carboxyethyl(meth)acrylat,  
 Carboxymethyl(meth)acrylat,  
 N-(Methacryloyloxy)formamid,  
 Acetonyl(meth)acrylat,  
 Bernsteinsäure-mono-2-(meth)acryloyloxyethylester,  
 N-(Meth)acryloylmorpholin,  
 N-(Meth)acryloyl-2-pyrrolidinon,  
 N-(2-(Meth)acryloyloxyethyl)-2-pyrrolidinon,  
 N-(3-(Meth)acryloyloxypropyl)-2-pyrrolidinon,  
 N-(2-(Meth)acryloyloxypentadecyl)-2-pyrrolidinon,  
 N-(3-(Meth)acryloyloxyheptadecyl)-2-pyrrolidinon und  
 N-(2-(Meth)acryloyloxyethyl)ethylenharnstoff.  
 2-Acetoacetoxyethyl(meth)acrylat

**[0052]** Zu den heterocyclischen (Meth)acrylaten zählen unter anderem 2-(1-Imidazolyl)ethyl(meth)acrylat, Oxazolidinylethyl(meth)acrylat, 2-(4-Morpholinyl)ethyl(meth)acrylat  
 1-(2-Methacryloyloxyethyl)-2-pyrrolidon,  
 N-Methacryloylmorpholin,  
 N-Methacryloyl-2-pyrrolidinon,  
 N-(2-Methacryloyloxyethyl)-2-pyrrolidinon,  
 N-(3-Methacryloyloxypropyl)-2-pyrrolidinon.

**[0053]** Zu den Aminoalkyl(meth)acrylaten zählen insbesondere  
 N,N-Dimethylaminoethyl(meth)acrylat,  
 N,N-Dimethylaminopropyl(meth)acrylat,  
 N,N-Diethylaminopentyl(meth)acrylat,  
 N,N-Dibutylaminohexamdecyl(meth)acrylat.

**[0054]** Weiterhin können Aminoalkyl(meth)acrylamide als dispergierende Monomere eingesetzt werden, wie N,N-Dimethylaminopropyl(meth)acrylamid.

**[0055]** Darüber hinaus können Phosphor-, Bor- und/oder Siliciumhaltige (Meth)acrylate als dispergierende Monomere eingesetzt werden, wie  
 2-(Dimethylphosphato)propyl(meth)acrylat,  
 2-(Ethylphosphito)propyl(meth)acrylat,  
 Dimethylphosphinomethyl(meth)acrylat,  
 Dimethylphosphonoethyl(meth)acrylat,  
 Diethyl(meth)acryloylphosphonat,  
 Dipropyl(meth)acryloylphosphat,  
 2-(Dibutylphosphono)ethyl(meth)acrylat,  
 2,3-Butylen(meth)acryloylethylborat,  
 Methyldiethoxy(meth)acryloylethoxysilan,  
 Diethylphosphatoethyl(meth)acrylat.

**[0056]** Zu den bevorzugten heterocyclischen Vinylverbindungen zählen unter anderem 2-Vinylpyridin, 3-Vinylpyridin, 4-Vinylpyridin, 2-Methyl-5-vinylpyridin, 3-Ethyl-4-vinylpyridin, 2,3-Dimethyl-5-vinylpyridin, Vinylpy-

rimidin, Vinylpiperidin, 9-Vinylcarbazol, 3-Vinylcarbazol, 4-Vinylcarbazol, 1-Vinylimidazol, N-Vinylimidazol, 2-Methyl-1-vinylimidazol, N-Vinylpyrrolidon, 2-Vinylpyrrolidon, N-Vinylpyrrolidin, 3-Vinylpyrrolidin, N-Vinylcaprolactam, N-Vinylbutyrolactam, Vinyloxolan, Vinylfuran, Vinylthiophen, Vinylthiolan, Vinylthiazole und hydrierte Vinylthiazole, Vinyloxazole und hydrierte Vinyloxazole.

**[0057]** Zu den besonders bevorzugten dispergierenden Monomeren gehören insbesondere ethylenisch ungesättigte Verbindungen, die mindestens ein Stickstoffatom umfassen, wobei diese besonders bevorzugt aus den zuvor dargelegten heterocyclischen Vinylverbindungen und/oder Aminoalkyl(meth)acrylaten, Aminoalkyl(meth)acrylamiden und/oder heterocyclischen (Meth)acrylaten ausgewählt sind.

**[0058]** Die zuvor genannten ethylenisch ungesättigten Monomere können einzeln oder als Mischungen eingesetzt werden. Es ist des Weiteren möglich, die Monomerzusammensetzung während der Polymerisation der Hauptkette zu variieren, um definierte Strukturen, wie beispielsweise Blockcopolymere oder Ppropfpolymere, zu erhalten.

**[0059]** Von besonderem Interesse sind unter anderem (Meth)acrylat-Polymere, die vorzugsweise ein gewichtsgemitteltes Molekulargewicht  $M_w$  im Bereich von 5 000 bis 1 000 000 g/mol, besonders bevorzugt 10 000 bis 200 000 g/mol und ganz besonders bevorzugt 40 000 bis 100 000 g/mol aufweisen.

**[0060]** Das zahlengemittelte Molekulargewicht  $M_n$  des (Meth)acrylat-Polymers kann vorzugsweise im Bereich von 5 000 bis 800 000 g/mol, besonders bevorzugt 8 000 bis 200 000 g/mol und ganz besonders bevorzugt 30 000 bis 100 000 g/mol liegen.

**[0061]** Zweckmäßig sind darüber hinaus (Meth)acrylat-Polymere, deren Polydispersitätsindex  $M_w/M_n$  im Bereich von 1 bis 5, besonders bevorzugt im Bereich von 2,5 bis 4,5 liegt. Das zahlengemittelte und das gewichtsgemittelte Molekulargewicht können durch bekannte Verfahren, beispielsweise die Gelpermeationschromatographie (GPC) bestimmt werden. Dieses Verfahren wird ausführlich in WO 2007/025837, eingereicht am 04.08.2006 beim Europäischen Patentamt mit der Anmeldenummer PCT/EP2006/065060 und in WO 2007/03238, eingereicht am 07.04.2006 beim Europäischen Patentamt mit der Anmeldenummer PCT/EP2007/003213 beschrieben, wobei die darin dargelegten Verfahren zur Bestimmung des Molekulargewichts zu Zwecken der Offenbarung in diese Anmeldung eingefügt werden.

**[0062]** Die erfindungsgemäßen Kammpolymere können auf verschiedene Weise hergestellt werden. Ein bevorzugtes Verfahren besteht in der an sich bekannten radikalischen Copolymerisation der genannten Monomere.

**[0063]** So können diese Polymere insbesondere durch radikalische Polymerisation, sowie verwandte Verfahren der kontrollierten radikalischen Polymerisation, wie beispielsweise ATRP (= Atom Transfer Radical Polymerisation) NMP (Nitroxide-mediated Polymerisation) oder RAFT (= Reversible Addition Fragmentation Chain Transfer) erhalten werden.

**[0064]** Die übliche freie radikalische Polymerisation ist u. a. in Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, Sixth Edition dargelegt. Im Allgemeinen werden hierzu ein Polymerisationsinitiator sowie gegebenenfalls ein Kettenüberträger eingesetzt. Zu den verwendbaren Initiatoren gehören unter anderem die in der Fachwelt weithin bekannten Azoinitiatoren, wie AIBN und 1,1-Azobiscyclohexancarbonitril, sowie Peroxyverbindungen, wie Methylethylketonperoxid, Acetylacetoneperoxid, Dilaurylperoxyd, tert.-Butylper-2-ethylhexanoat, Ketonperoxid, tert-Butylperoctoat, Methylisobutylketonperoxid, Cyclohexanonperoxid, Dibenzoylperoxid, tert.-Butylperoxybenzoat, tert.-Butylperoxyisopropylcarbonat, 2,5-Bis(2-ethylhexanoylperoxy)-2,5-dimethylhexan, tert.-Butylperoxy-2-ethylhexanoat, tert.-Butylperoxy-3,5,5-trimethylhexanoat, Dicumylperoxid, 1,1-Bis(tert.-butylperoxy)cyclohexan, 1,1-Bis(tert.-butylperoxy)3,3,5-trimethylcyclohexan, Cumylhydroperoxid, tert.-Butylhydroperoxid, Bis(4-tert.-butylcyclohexyl)peroxydicarbonat, Mischungen von zwei oder mehr der vorgenannten Verbindungen miteinander sowie Mischungen der vorgenannten Verbindungen mit nicht genannten Verbindungen, die ebenfalls Radikale bilden können. Als Kettenüberträger eignen sich insbesondere öllösliche Mercaptane wie beispielsweise n-Dodecylmercaptopan oder 2-Mercaptoethanol oder auch Kettenüberträger aus der Klasse der Terpene, wie beispielsweise Terpinolen.

**[0065]** Das ATRP-Verfahren ist an sich bekannt. Es wird angenommen, dass es sich hierbei um eine "lebende" radikalische Polymerisation handelt, ohne dass durch die Beschreibung des Mechanismus eine Beschränkung erfolgen soll. In diesen Verfahren wird eine Übergangsmetallverbindung mit einer Verbindung umgesetzt, welche eine übertragbare Atomgruppe aufweist. Hierbei wird die übertragbare Atomgruppe auf die Übergangs-

metallverbindung transferiert, wodurch das Metall oxidiert wird. Bei dieser Reaktion bildet sich ein Radikal, das an ethylenische Gruppen addiert. Die Übertragung der Atomgruppe auf die Übergangsmetallverbindung ist jedoch reversibel, so dass die Atomgruppe auf die wachsende Polymerkette rückübertragen wird, wodurch ein kontrolliertes Polymerisationssystem gebildet wird. Dementsprechend kann der Aufbau des Polymeren, das Molekulargewicht und die Molekulargewichtsverteilung gesteuert werden.

**[0066]** Diese Reaktionsführung wird beispielsweise von J.-S. Wang, et al., J. Am. Chem. Soc., vol. 117, p. 5614–5615 (1995), von Matyjaszewski, Macromolecules, vol. 28, p. 7901–7910 (1995) beschrieben. Darüber hinaus offenbaren die Patentanmeldungen WO 96/30421, WO 97/47661, WO 97/18247, WO 98/40415 und WO 99/10387 Varianten der zuvor erläuterten ATRP.

**[0067]** Des Weiteren können die erfindungsgemäßen Polymere beispielsweise auch über RAFT-Methoden erhalten werden. Dieses Verfahren ist beispielsweise in WO 98/01478 und WO 2004/083169 ausführlich dargestellt.

**[0068]** Die Polymerisation kann bei Normaldruck, Unter- od. Überdruck durchgeführt werden. Auch die Polymerisationstemperatur ist unkritisch. Im Allgemeinen liegt sie jedoch im Bereich von –20°–200°C, vorzugsweise 50°–150°C und besonders bevorzugt 80°–130°C.

**[0069]** Die Polymerisation kann mit oder ohne Lösungsmittel durchgeführt werden. Der Begriff des Lösungsmittels ist hierbei weit zu verstehen. Die Auswahl des Lösungsmittels erfolgt nach der Polarität der eingesetzten Monomeren, wobei insbesondere Esteröle bevorzugt sind. Zu den Esterölen zählen insbesondere Esterverbindungen, die von Carbonsäuren und/oder Phosphorsäuren abgeleitet sind.

**[0070]** Zu den von Phosphorverbindungen abgeleiteten Esterölen zählen insbesondere Alkylarylphosphatester; Trialkylphosphate, wie z. B. Tributylphosphat oder Tri-2-ethylhexylphosphat; Triarylphosphate, wie z. B. gemischte Isopropylphenylphosphate, gemischte t-Butylphenylphosphate, Trixylenylphosphat, oder Tricresylphosphat. Weitere Klassen von organischen Phosphorverbindungen, die als Lösungsmittel eingesetzt werden können, umfassen Phosphonate und Phosphinate, welche Alkyl und/oder Aryl-Substituenten umfassen können. Dialkylphosphonate beispielsweise Di-2-ethylhexylphosphonat; Alkyl phosphinate beispielsweise Di-2-ethylhexylphosphinat können als Grundöl eingesetzt werden. Bevorzugte Alkylgruppen umfassen lineare oder verzweigte Kohlenstoffketten mit 1 bis 10 Kohlenstoffatomen. Hinsichtlich der Arylgruppen sind Reste mit 6 bis 10 Kohlenstoffatomen bevorzugt, die 6 to 10 Kohlenstoffatome umfassen, wobei diese mit Alkylgruppen substituiert sein können.

**[0071]** Weiterhin können Lösungsmittel eingesetzt werden, die auf Carbonsäureestern basieren. Diese Carbonsäureester sind üblich Reaktionsprodukte von Alkoholen, wie z. B. einwertigen oder mehrwertigen Alkoholen, und Carbonsäuren wie z. B. einwertigen oder mehrwertigen Carbonsäuren. Hierbei können auch partielle Carbonsäureester eingesetzt werden.

**[0072]** Carbonsäureester können eine Carbonsäureestergruppe mit der Formel R-COO-R aufweisen, worin R unabhängig eine Gruppe mit 1 bis 40 Kohlenstoffatome ist. Bevorzugte Esterverbindungen umfassen mindestens zwei Estergruppen. Diese Verbindungen können auf Polycarbonsäuren mit mindestens zwei Säuregruppen und/oder Polyolen mit mindestens zwei Hydroxylgruppen basieren.

**[0073]** Bevorzugte Polycarbonsäurereste können 2 bis 40, bevorzugt 4 to 24, insbesondere bevorzugt 4 to 12 Kohlenstoffatome umfassen. Zweckmäßige Polycarbonsäureester sind beispielsweise Ester der Adipin-, Azelain-, Sebacin-, Phthal- und/oder Dodecan-Säuren. Die Alkoholkomponenten der Polycarbonsäureester umfassen vorzugsweise 1 to 20, bevorzugt 2 to 10 Kohlenstoffatome.

**[0074]** Beispiele zweckmäßiger Alkohole zur Herstellung der zuvor dargelegten Ester sind Methanol, Ethanol, Propanol, Butanol, Pentanol, Hexanol, Heptanol Octanol, Nonanol, Decanol, Undecanol und Dodecanol.

**[0075]** Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform werden Verbindungen eingesetzt, die von Polycarbonsäuren und Alkoholen mit genau einer Hydroxylgruppe abgeleitet sind. Beispiele dieser Verbindungen sind unter anderem in Ullmanns Encyclopädie der Technischen Chemie, 3. Aufl., Bd. 15, Seiten 287–292, Urban & Schwarzenber (1964)) dargelegt.

**[0076]** Zweckmäßige Polyole zur Herstellung der Esterverbindungen mit mindestens zwei Estergruppen enthalten üblich 2 bis 40, vorzugsweise 4 bis 22 Kohlenstoffatome. Beispiele sind Neopentylglycol, Diethy-

lenglycol, Dipropylenglycol, 2,2-Dimethyl-3-hydroxypropyl-2',2'-dimethyl-3'-hydroxypropionat, Glycerin, Trimethylolethan, Trimethanolpropan, Trimethylolnonan, Ditrimethylolpropan, Pentaerythritol, Sorbit, Mannit und Dypentaerythritol. Die Carbonsäurekomponente des Polyesters kann 1 bis 40, vorzugsweise 2 bis 24 Kohlenstoffatome enthalten. Beispiele sind lineare oder verzweigte gesättigte Carbonsäuren, wie z. B. Ameisensäure, Essigsäure, Propionsäure, Octansäure, Capronsäure, Enanthssäure, Caprylsäure, Pelargonsäure, Caprinsäure, Undecansäure, Laurinsäure, Tridecansäure, Myristinsäure, Pentadecansäure, Palmitinsäure, Heptadecansäure, Stearinsäure, Nonadecansäure, Arachinsäure, Behensäure, Isomyristinsäure, Isopalmitinsäure, Isostearinsäure, 2,2-Dimethylbutansäure, 2,2-Dimethylpentansäure, 2,2-Dimethyloctansäure, 2-Ethyl-2,3,3-trimethylbutansäure, 2,2,3,4-Tetramethylpentansäure, 2,5,5-Trimethyl-2-t-butylhexansäure, 2,3,3-Trimethyl-2-ethylbutansäure, 2,3-Dimethyl-1-isopropylbutansäure, 2-Ethylhexansäure, 3,5,5-Trimethylhexansäure; lineare oder verzweigte ungesättigte Carbonsäuren, wie beispielsweise Linolsäure, Linolensäure, 9-Octadecensäure, Undecensäure, Elaidinsäure, Eicosapentaensäure, Erucasäure, Brassidinsäure und Ölsäure. Diese Säuren können in einer Vielzahl von Reinheitsgraden kommerziell erhalten werden.

**[0077]** Fettsäuremischungen, wie z. B. Tallölfettsäuren können ebenfalls eingesetzt werden.

**[0078]** Besonders bevorzugte Esterverbindungen mit mindestens zwei Estergruppen sind unter anderem Disononyladipat, Neopentylglycoltallat, Neopentylglycoldioleat, Propylenglycoltallat, propylenglycoldioleat, Diethylenglycoltallat und Diethylenglycoldioleat. Als Tallate werden hierbei Ester verstanden, die von Tallölfettsäuremischungen abgeleitet sind.

**[0079]** Viele dieser Verbindungen können kommerziell von von BASF unter der Handelsbezeichnung ®Plastomoll DNA, von Inolex Chemical Co. unter der Handelsbezeichnung ®Lexolube 2G-214, from Cognis Corp. unter der Handelsbezeichnung ®ProEco 2965, von Uniqema Corp. unter der Handelsbezeichnung ®Priolube 1430 und ®Priolube 1446 und von Georgia Pacific unter der Handelsbezeichnung ®Xtolube 1301 und ®Xtolube 1320 erhalten werden.

**[0080]** Die zur Herstellung der erfindungsgemäßen Polymeren in einer radikalischen Copolymerisation einzusetzenden Monomeren sind im Allgemeinen kommerziell erhältlich.

**[0081]** Die erfindungsgemäßen (Meth)acrylat-Polymeren werden insbesondere zur Verbesserung des Viskositätsindexes von Schmierölformulierungen eingesetzt, die insbesondere auf polaren Grundölen basieren. Polare Grundöle umfassen üblich Verbindungen mit polaren Gruppen, insbesondere Estergruppen und/oder Ethergruppen.

**[0082]** Zu diesen polaren Grundölen gehören unter anderem organische Ester, beispielsweise Diester und Polyester von Carbonsäuren, wie z. B. Adipate, Phosphatester, Polyalkylenglykole, Polyether und Silikonöle.

**[0083]** Zu den bevorzugten polaren Grundölen gehören insbesondere die zuvor dargelegten Esteröle, die vorzugsweise Phosphorester und/oder Carbonsäureester umfassen. Weiterhin können Esteröle eingesetzt werden, die durch Polymerisation von (Meth)acrylaten erhältlich sind. Hierzu gehören unter anderem die in EP-0 471 266 A1 dargelegten Syntheseöle, wobei die in EP-0 471 266 A1, angemeldet beim Europäischen Patentamt am 05.08.91 mit der Anmeldenummer EP 91113123.3 dargelegten, auf (Meth)acrylaten basierenden Öle zu Zwecken der Offenbarung in die vorliegende Anmeldung durch Referenz eingefügt werden. Diese Öle sind kommerziell unter der Bezeichnung ®Viscibase von Evonik RohMax GmbH erhältlich.

**[0084]** Besonders überraschend können die vorliegenden (Meth)acrylat-Polymeren zur Verbesserung des Viskositätsverhaltens von Polyalkylenglykolen eingesetzt werden. Polyalkylenglykole sind in der Fachwelt bekannt, wobei diese Polyether im Allgemeinen durch anionische ringöffnende Polymerisation von Alkylenoxiden (Ethylenoxid, Propylenoxid, Butylenoxid etc.) mit einem Initiator wie z. B. einem Alkohol erhalten werden können (Ullmann Encyclopedia of Industrial Chemistry 5. ed VCH, ISBN 3-527-20100-9). Als Katalysatoren der anionischen Polymerisation der Alkylenoxide werden dabei im allgemeinen Alkalihydroxide wie Kalium- oder Natriumhydroxid eingesetzt.

**[0085]** Die Verwendung und Erfordernisse dieser Polyalkylenglykole als Basisöle zur Formulierung von Schmierstoffen ist zum Beispiel in den FDA-Regulatoren 21 CFR 178.3910 (Surface lubricants used in manufacture of metallic articles) oder 21 CFR 173.340, 21 CFR 178.3570 (lubricants with incidental food contact) beschrieben. Die Charakterisierung von Polyalkylenglykolbasisölen erfolgt über deren Viskosität, ihre mittlere Molmasse sowie Molmassenverteilung und das Verhältnis der eingebauten Alkylenoxidmonomere.

**[0086]** Für die Anwendung von Polyalkylenglykolen als Schmierstoffbasisöle ist die Viskosität ein entscheidendes Kriterium. Deshalb erfolgt die Einteilung von Basisölen für Schmierstoffe in so genannte ISO-VG-Klassen (Viskositätsklasse nach DIN 51519).

**[0087]** Erfindungsgemäß können Polyalkylen-Homopolymere, insbesondere Polyethylenglykol, Polypropylenglykol und/oder Polybutylenglykol, oder Polyalkylen-Copolymere, insbesondere Copolymere, die Ethylenglykol-, Propylenglykol- und/oder Butylenglykol-Einheiten enthalten, eingesetzt werden. Hierbei können sowohl statistische Copolymere als auch Blockcopolymere verwendet werden.

**[0088]** Das zahlgemittelte Molekulargewicht bevorzugter Polyalkylenglykole liegt vorzugsweise im Bereich von 200 bis 4000 g/mol, besonders bevorzugt im Bereich von 350 bis 2000 g/mol. Diese Werte können beispielsweise durch GPC oder, bei geringem Molekulargewicht, über Dampfdruckosmose bestimmt werden.

**[0089]** Weitere Einzelheiten von Polyalkylenglykolen, die insbesondere in Schmierölformulierungen eingesetzt werden können, sind insbesondere in Rudnik, L.R., Shubkin, R.L., Synthetic Lubricants and High-Performance Functional Fluids, 2nd Ed., 1999, Kapitel 6 und in Mang, Th., Dresel W., Lubricants and Lubrication, 2nd. Ed., 2007, Kapitel 5.3 beschrieben, wobei diese Druckschrift zu Zwecken der Offenbarung in diese Anmeldung durch Referenz eingefügt wird.

**[0090]** Als Schmieröl (Grundöl) können insbesondere Öle mit einer Viskosität im Bereich von 3 mm<sup>2</sup>/s bis 400 mm<sup>2</sup>/s, besonders bevorzugt 5 mm<sup>2</sup>/s bis 350 mm<sup>2</sup>/s gemessen bei 40°C nach ASTM 445 eingesetzt werden.

**[0091]** Diese Grundöle können auch als Mischungen eingesetzt werden und sind vielfach kommerziell erhältlich. So sind die zuvor dargelegten Polyalkylenglykole insbesondere von Clariant, von Dow unter der Bezeichnung <sup>®</sup>Synalox und von Klüber Lubrication unter der Bezeichnung <sup>®</sup>Klübersynth erhältlich.

**[0092]** Die Konzentration des (Meth)acrylat-Polymers in der Schmierölzusammensetzung liegt vorzugsweise im Bereich von 0,1 bis 40 Gew.-%, insbesondere bevorzugt im Bereich von 1 bis 30 Gew.-%, besonders bevorzugt im Bereich von 2 bis 25 Gew.-% und ganz besonders bevorzugt im Bereich von 5–20 Gew.-%, bezogen auf das Gesamtgewicht der Zusammensetzung.

**[0093]** Neben den zuvor genannten Komponenten kann eine Schmierölzusammensetzung weitere Additive und Zusatzstoffe enthalten. Zu diesen Additiven gehören unter anderem DI-Additive (Dispergiermittel, Detergentien, Entschäumer, Korrosionsinhibitoren, Antioxidationsmittel, Verschleißschutz- und Extremdruckadditive, Reibwertveränderer) und/oder Farbstoffe.

**[0094]** Bevorzugte Schmierölzusammensetzungen weisen eine gemäß ASTM D 445 bei 40°C gemessenen Viskosität KV<sub>40</sub> im Bereich von 10 bis 500 mm<sup>2</sup>/s, besonders bevorzugt im Bereich von 22 bis 200 mm<sup>2</sup>/s auf. Die bei 100°C gemessene kinematische Viskosität KV<sub>100</sub> beträgt vorzugsweise mindestens 6,5 mm<sup>2</sup>/s, besonders bevorzugt mindestens 7,5 mm<sup>2</sup>/s und ganz besonders bevorzugt mindestens 8,0 mm<sup>2</sup>/s.

**[0095]** Gemäß einem besonderen Aspekt der vorliegenden Erfindung weisen bevorzugte Schmierölzusammensetzungen einen gemäß ASTM D 2270 bestimmten Viskositätsindex im Bereich von 100 bis 400, besonders bevorzugt im Bereich 150 bis 350 und ganz besonders bevorzugt im Bereich von 175 bis 275 auf.

**[0096]** Die vorliegenden Schmierölzusammensetzungen können insbesondere als Getriebeöl, Motoröl oder Hydrauliköl eingesetzt werden. Überraschende Vorteile lassen sich insbesondere bei Verwendung der vorliegenden Schmiermitteln in Handschalt-(manual), automatisierten Handschalt-(automated manual), Doppelkupplungs-(double clutch) bzw. Direktschaltgetrieben (DSG), Automatik-(automatic) und stufenlosen Getrieben (continuous variable transmission CVC) erzielen. Weiterhin können die vorliegenden Schmiermittel insbesondere in Verteilergetrieben (transfer case) und Achs-(axle) bzw. Differentialgetrieben (differential) eingesetzt werden.

**[0097]** Nachfolgend soll die vorliegende Erfindung anhand von Beispielen und Vergleichsbeispielen erläutert werden, ohne dass hierdurch eine Beschränkung erfolgen soll. Die in Prozent dargelegten Angaben beziehen sich auf das Gewicht, es sei denn anderes ist dargelegt.

## Abkürzungen

DPMA	= Dodecyl-Pentadecylmethacrylat (hergestellt aus <sup>®</sup> Neodol 25 E von Shell)
LIMA	= Dodecyl-Pentadecylmethacrylat (hergestellt aus <sup>®</sup> LIAL 125 von Sasol)
MMA	= Methacrylsäuremethylester
ETGMA	= 2-[2-(2-Ethoxyethoxy)ethoxy]ethyl methacrylat
NVP	= N-vinyl-2-pyrrolidon
MAS	= Methacrylsäure
DMAPMA	= 3-Dimethylaminopropyl methacrylat
DMAEMA	= 2-Dimethylaminoethyl methacrylat
M	OEMA = 2-(4-Morpholinyl)ethyl methacrylat
OEMA	= 2-(3-Oxazolidinyl)ethyl methacrylat

## Durchführung des Russ-Tüpfeltestes:

**[0098]** Zur Bestimmung der Dispersionswirkung der erhaltenen Polymere in dem entsprechenden Öl wurde ein Tüpfeltest durchgeführt, wie er zum Beispiel von A. Schilling in "Les Huiles pour Moteurs et le Graissage des Moteurs", Vol. 1, 1962, Seite 89 f. in etwas modifizierter Form beschrieben ist. Hierzu wurden in ein 150 ml Teflonbecher 1,5 g Russ (Flammruss, Degussa Spezialschwarz 4), 50 g Formulierung und anschließend 275 Stahlkugeln ( $d = 2$  mm) gegeben. Die präparierten Proben wurden 15 min. mit einem Red Devil 5400 Farbmischer geschüttelt, dann über ein Schnellsieb (280  $\mu\text{m}$ ) filtriert. Danach werden von jeder Dispersionslösung 20  $\mu\text{l}$  auf Filterpapier (589<sup>2</sup>, white ribbon, ashless,  $d = 90$  mm) getüpfelt. Nach 1 h Lagerung im Trockenschrank bei 80°C wurden die Proben ausgewertet. Zur Auswertung wurde der Durchmesser des Russfleckens d1 und der Durchmesser des ihn umgebenden Ölleckens d2 ausgemessen und deren Verhältnis in % angegeben (Bewertung =  $d1/d2 \cdot 100\%$ ). Je höher die Bewertung, d. h. je geringer der Durchmesser des umgebenden Ölleckens in Bezug auf den Russfleck, desto besser die Dispergierwirkung. Die genannte Prozedur wurde zweimal durchgeführt.

**[0099]** Die Gesamtbewertung des Tüpfeltests ergibt sich als Summe von zwei Einzeltests. Produkte mit schlechter Russdispergierung ergeben somit niedrigerer Werte als solche Produkte mit guter Russdispergierwirkung.

## Beispiele 1 bis 10

**[0100]** In einen 2 L-Reaktionskolben einer Apparatur mit Säbelrührer, Kühler, Temperaturregler mit PT100, Zulaufpumpe und N<sub>2</sub>-Zuleitung wurden 49,3 g einer Monomermischung, deren Zusammensetzung in Tabelle 1 dargelegt ist, und 444,0 g <sup>®</sup>Plastomoll DNA (Diisononyladipat; erhältlich von BASF) eingewogen. Die Apparatur wurde inertisiert und auf 100°C aufgeheizt. Weiterhin wurde ein Monomer/Initiator-Gemisch hergestellt, das 506,7 g einer Monomermischung, deren Zusammensetzung in Tabelle 1 dargelegt ist, und 9,4 g tert.-Butylper-2-ethylhexanoat umfasste. Nachdem das Gemisch im Reaktionskolben eine Temperatur von 100°C erreicht hatte, wurden 1,68 g tert.-Butylper-2-ethylhexanoat zugegeben, gleichzeitig der Zulauf des Monomer/Initiator-Gemisches mittels Pumpe gestartet. Die Zugabe erfolgte gleichmäßig über einen Zeitraum von 210 Minuten bei 100°C. 2 h nach Zulaufende wurden nochmals 1,1 g tert.-Butylper-2-ethylhexanoat zugegeben und weitere 2 h bei 100°C gerührt. Man erhielt eine 55,6%ige klare Lösung. Das mittels GPC erhaltene Gewichtsmittel der Molmasse des Polymers ist ebenfalls in Tabelle 1 dargelegt.

Tabelle 1

	LIMA [%]	MMA [%]	ETGMA [%]	DMAP- MA [%]	DMAEMA [%]	MOEMA [%]	OEMA [%]	Mw (GPC)
Beispiel 1	45,0	25,0	30,0	-	-	-	-	69800
Beispiel 2	35,0	25,0	40,0	-	-	-	-	77500
Beispiel 3	15,0	25,0	60,0	-	-	-	-	77800
Beispiel 4	41,5	25,0	30,0	3,5	-	-	-	69800
Beispiel 5	41,5	25,0	30,0	-	3,5	-	-	61200
Beispiel 6	41,5	25,0	30,0	-	-	3,5	-	60400

Beispiel 7	41,5	25,0	30,0	-	-	-	3,5	78200
Beispiel 8	41,5	25,0	33,5	-	-	-	-	79000
Beispiel 9	35,0	5,0	60,0	-	-	-	-	83900
Beispiel 10	65,0	5,0	30,0	-	-	-	-	67000

## Beispiel 11 und Vergleichsbeispiele 1 bis 4

**[0101]** In einen 2 L-Reaktionskolben einer Apparatur mit Säbelrührer, Kühler, Temperaturregler mit PT100, Zulaufpumpe und N<sub>2</sub>-Zuleitung wurden 49,3 g einer Monomermischung, deren Zusammensetzung in Tabelle 2 dargelegt ist, und 444,0 g Plastomoll DNA eingewogen. Die Apparatur wurde inertisiert und auf 100°C aufgeheizt. Weiterhin wurde ein Monomer/Initiator-Gemisch hergestellt, das 506,7 g einer Monomermischung, deren Zusammensetzung in Tabelle 2 dargelegt ist, und 9,4 g tert.-Butylper-2-ethylhexanoat umfasste. Nachdem das Gemisch im Reaktionskolben eine Temperatur von 100°C erreicht hatte, wurden 1,68 g tert.-Butylper-2-ethylhexanoat zugegeben, gleichzeitig der Zulauf des Monomer/Initiator-Gemisches mittels Pumpe gestartet. Die Zugabe erfolgte gleichmäßig über einen Zeitraum von 210 Minuten bei 100°C. 2 h nach Zulaufende wurden nochmals 1,1 g tert.-Butylper-2-ethylhexanoat zugegeben und weitere 2 h bei 100°C gerührt. Man erhält eine 55,6%ige klare Lösung. Diese wurde mit 17,8 g NVP und 14,2 g Plastomoll DNA versetzt und auf 130°C aufgeheizt. Nach erreichen der Temperatur wurden 1,4 g ter.-Butylperbenzoat zugegeben. 1, 2 und 3 h danach wurden nochmals 0,72 g ter.-Butylperbenzoat zugegeben. Nach der letzten Initiatorzugabe wurde noch 2 h bei 130°C gerührt. Man erhält eine klare 55,6%ige Lösung. Die gemäß Brookfield erhaltene Viskosität (BV100) ist ebenfalls in Tabelle 2 dargelegt.

Tabelle 2:

	DPMA [%]	MMA [%]	ETGMA [%]	NVP [%]	MAS	Styrol	BV 100 [mm <sup>2</sup> /s]
Beispiel 11	53,3	24,2	19,4	3,1	-	-	702
Vergleichsbeispiel 1	72,7	24,2	-	3,1	-	-	520
Vergleichsbeispiel 2	69,8	24,2	-	3,1	2,9	-	1454
Vergleichsbeispiel 3	67,8	24,2	-	3,1	4,9	-	5940
Vergleichsbeispiel 4	63,0	24,2	-	3,1	-	9,7	865

## Anwendungsbeispiele

**[0102]** Die Verbesserung des Viskositätsindexes durch die dargelegten Polymere wurden in Polyalkylenglycolen untersucht, wobei ein gering viskoses Polyalkylenöl (PAG 1: UCON 50-HB-55 von Dow Chemicals) und ein hoch viskoses Polyalkylenöl (PAG 2: SINALOX 50-S220 von Shell) verwendet wurden. Die erhaltenen Ergebnisse sind in Tabellen 3 und 4 dargelegt. Die Formulierungen wurden auf einen Viskosität von etwa 8 mm<sup>2</sup>/s bei 100°C eingestellt (ASTM D445). Es wurden die typischen Formulierungsgrößen KV40 (ASTM D445) und Viskositätsindex VI (ASTM 2270) bestimmt, die erhaltenen Werte können Tabelle 2 entnommen werden.

Tabelle 3: Additivierung von PAG 1

Polymer gemäß	Zusatzmenge Polymer in %	KV100 [mm <sup>2</sup> /s]	KV40 [mm <sup>2</sup> /s]	VI
	-	2,338	8,318	92
Beispiel 1	21,1	8,075	30,81	254
Beispiel 2	20,0	7,993	31,09	247
Beispiel 3	20,0	7,916	29,58	285
Beispiel 4	20,3	8,118	31,24	252
Beispiel 5	22,0	8,027	31,21	248
Beispiel 6	22,4	7,990	31,07	247
Beispiel 7	20,9	8,238	31,99	250

Beispiel 8	20,5	8,082	31,12	251
Beispiel 9	23,0	8,059	30,52	257
Beispiel 10	26,3	7,957	30,3	254
Beispiel 11	16,0	7,965	29,38	264
Vergleichsbeispiel 1		nicht löslich		
Vergleichsbeispiel 2		nicht löslich		
Vergleichsbeispiel 3		nicht löslich		
Vergleichsbeispiel 4		nicht löslich		

**[0103]** Der Vergleich der Beispiele 1, 9 und 10 zeigt, dass durch die Verwendung von Methylmethacrylat die Verdickungswirkung der Polymere verbessert werden kann, so dass geringere Mengen an Polymer benötigt werden, um ein Grundöl auf eine bestimmte Viskosität einzustellen. Die vorliegenden Daten sind insbesondere überraschend, da lediglich eine Steigerung der Polarität des Polymeren durch Verwendung von Methacrylsäure nicht zu einer Bereitstellung von Additiven ausreicht, mit denen in polaren Grundölen eine Verbesserung des Viskositätsindexes erzielt werden kann.

Tabelle 4: Additivierung von PAG 2

Polymer gemäß	Zusatzmenge Polymer in %	KV100 [mm <sup>2</sup> /s]	KV40 [mm <sup>2</sup> /s]	VI
-	-	52,0	312,8	232
Beispiel 3	10,0	65,9	398,5	241
Beispiel 3	15,0	72,5	445,3	243

**[0104]** Aus den Tabellen 3 und 4 geht hervor, dass man durch Additivierung von PAG mittels den beschriebenen löslichen PAMA die Viskositätsindizes der PAGs signifikant anheben kann. Aufgrund des somit reduzierten Viskositätsabfalles bei ansteigenden Temperaturen kann der Temperatureinsatzbereich für PAG in Schmierstoffanwendungen erheblich erweitert werden.

**[0105]** Weiterhin wurde der zuvor dargelegte Russ-Tüpfeltest durchgeführt.

**[0106]** Tabelle 5 zeigt die Bewertung nach den Labordispersiertests für die dispergierenden VII (Beispiel 4–7 und 11) und zweier nicht-dispergierende VII (Beispiel 1 und 8). Die Versuche wurden anhand der in Tabelle 3 dargelegten Formulierungen durchgeführt. Die Polymere gemäß den Beispielen 4 bis 7 und 11 zeigen überraschend die Eigenschaft den Russ sehr gut zu dispergieren. Dies macht sich nicht nur in insgesamt höheren Gesamtbewertungen beim Tüpfeltest bemerkbar, sondern auch im deutlich reduzierten Russ-bedingten Anstieg der Viskosität der Öle.

Tabelle 5: Ergebnisse Russ-Dispergierung

Polymer gemäß	Bewertung 1. Tüpfelung [%]	Bewertung 2. Tüpfelung [%]	Gesamtbewertung [%]	KV 100°C [mm <sup>2</sup> /s] ASTM D445
Beispiel 1	24,7	23,4	24,1	79,27
Beispiel 4	83,9	86,5	85,2	15,59
Beispiel 5	76,7	77,9	77,3	20,93
Beispiel 6	43,9	45,3	44,6	35,40
Beispiel 7	86,1	85,1	85,6	33,24
Beispiel 8	24,1	22,6	23,4	70,70
Beispiel 11	64,5	65,3	64,9	25,84

**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 2892820 [0012]
- US 3277157 [0012]
- EP 418610 A1 [0012]
- EP 542111 A2 [0012]
- DE 19803696 A1 [0012]
- WO 2006/024538 [0042]
- EP 2005/009466 [0042]
- WO 2005/000929 [0042]
- US 2004/015898 [0042]
- WO 2007/025837 [0061]
- EP 2006/065060 [0061]
- WO 2007/03238 [0061]
- EP 2007/003213 [0061]
- WO 96/30421 [0066]
- WO 97/47661 [0066]
- WO 97/18247 [0066]
- WO 98/40415 [0066]
- WO 99/10387 [0066]
- WO 98/01478 [0067]
- WO 2004/083169 [0067]
- EP 0471266 A1 [0083, 0083]
- EP 91113123 [0083]

**Zitierte Nicht-Patentliteratur**

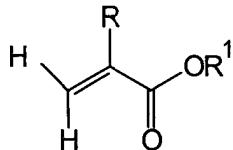
- A. W. Neely, R. V. Shankland, F. W. Sullivan, N. N. Vorhees, Ind. Eng. Chem., 1931, 23, s. 604 [0002]
- W. H. Millett, Iron Stell Eng., 41, 1948 [0004]
- B. Rubin, E. M. Glass, SAE Q. Trans., 4, 287, 1950 [0005]
- J. M. Russ, Lubri. Eng., 151, 1946 [0007]
- DIN 51519 [0009]
- R.M. Mortier, S. T. Orszulik (eds.): "Chemistry and Technology of Lubricants", Blackie Academic & Professional, London, 2nd ed. 1997) [0048]
- J-S. Wang, et al., J. Am. Chem. Soc., vol. 117, p. 5614–5615 (1995) [0066]
- Matyjaszewski, Macromolecules, vol. 28, p. 7901–7910 (1995) [0066]
- Ullmanns Encyclopädie der Technischen Chemie, 3. Aufl., Bd. 15, Seiten 287–292, Urban & Schwarzenber (1964) [0075]
- Ullmann Encyclopedia of Industrial Chemistry 5. ed VCH, ISBN 3-527-20100-9 [0084]
- ISO-VG-Klassen (Viskositätsklasse [0086]
- DIN 51519). [0086]
- Rudnik, L.R., Shubkin, R.L., Synthetic Lubricants and High-Performance Functional Fluids, 2nd Ed., 1999, Kapitel 6 und in Mang, Th., Dresel W., Lubricants and Lubrication, 2nd. Ed., 2007, Kapitel 5.3 [0089]
- ASTM 445 [0090]
- ASTM D 445 [0094]
- ASTM D 2270 [0095]
- ASTM D445 [0102]
- ASTM D445 [0102]
- ASTM 2270 [0102]
- ASTM D445 [0106]

## Patentansprüche

1. (Meth)acrylat-Polymer zur Verbesserung des Viskositätsindexes, dadurch gekennzeichnet, dass das (Meth)acrylat-Polymer

a) 5 bis 60 Gew.-% an Wiederholungseinheiten umfasst, die von (Meth)acrylaten der Formel (I) abgeleitet sind

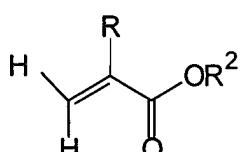
(I),



worin R Wasserstoff oder Methyl darstellt und R<sup>1</sup> einen Alkylrest mit 1 bis 6 Kohlenstoffatomen bedeutet,

b) 5 bis 80 Gew.-% an Wiederholungseinheiten umfasst, die von (Meth)acrylaten der Formel (II) abgeleitet sind

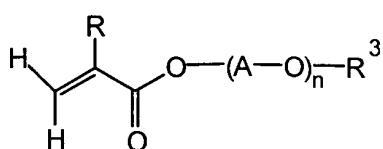
(II),



worin R Wasserstoff oder Methyl darstellt und R<sup>2</sup> einen Alkylrest mit 7 bis 30 Kohlenstoffatomen bedeutet, und

c) 15 bis 90 Gew.-% an Wiederholungseinheiten umfasst, die von (Meth)acrylaten der Formel (III) abgeleitet sind

(III),



worin R Wasserstoff oder Methyl darstellt, n für eine Zahl im Bereich von 2 bis 500 und A für C<sub>2</sub>-C<sub>4</sub>-Alkylen steht und R<sup>3</sup> ein Wasserstoffatom oder ein Alkylrest mit 1 bis 4 Kohlenstoffatomen bedeutet.

2. (Meth)acrylat-Polymer gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Polymer ein Gewichtsmittel des Molekulargewichts im Bereich von 10000 bis 200000 g/mol aufweist.

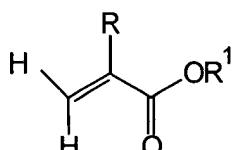
3. (Meth)acrylat-Polymer gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Polymer Wiederholungseinheiten aufweist, die von dispergierenden Monomeren abgeleitet sind.

4. (Meth)acrylat-Polymer gemäß Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die dispergierenden Monomere mindestens ein Stickstoffatom enthalten und heterocyclische Vinylverbindungen und/oder Aminoalkyl(meth)acrylate, Aminoalkyl(meth)acrylamide und/oder heterocyclische (Meth)acrylate umfassen.

5. (Meth)acrylat-Polymer gemäß mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass Polymer

15 bis 40 Gew.-% an Wiederholungseinheiten umfasst, die von (Meth)acrylaten der Formel (I) abgeleitet sind

(I),

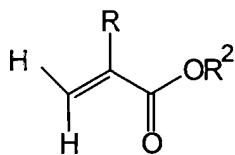


worin R Wasserstoff oder Methyl darstellt und R<sup>1</sup> einen Alkylrest mit 1 bis 6 Kohlenstoffatomen bedeutet.

6. (Meth)acrylat-Polymer gemäß mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass Polymer

15 bis 70 Gew.-% an Wiederholungseinheiten umfasst, die von (Meth)acrylaten der Formel (II) abgeleitet sind

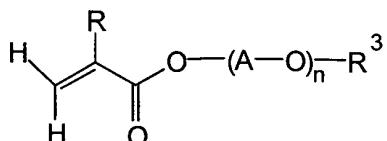
(II),



worin R Wasserstoff oder Methyl darstellt und R<sup>2</sup> einen Alkylrest mit 7 bis 30 Kohlenstoffatomen bedeutet.

7. (Meth)acrylat-Polymer gemäß mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass Polymer 25 bis 70 Gew.-% an Wiederholungseinheiten umfasst, die von (Meth)acrylaten der Formel (III) abgeleitet sind

(III),



worin R Wasserstoff oder Methyl darstellt, n für eine Zahl im Bereich von 2 bis 500 und A für C<sub>2</sub>-C<sub>4</sub>-Alkylen steht und R<sup>3</sup> ein Wasserstoffatom oder ein Alkylrest mit 1 bis 4 Kohlenstoffatomen bedeutet.

8. (Meth)acrylat-Polymer gemäß mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass Polymer 0,5 bis 10 Gew.-% Wiederholungseinheiten aufweist, die von dispergierenden Monomeren abgeleitet sind.

9. Schmierölzusammensetzung umfassend mindestens ein polares Grundöl und mindestens ein (Meth)acrylat-Polymer gemäß mindestens einem der Ansprüche 1 bis 8.

10. Schmierölzusammensetzung gemäß Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Schmierölzusammensetzung 2 bis 30 Gew.-% an (Meth)acrylat-Polymer gemäß mindestens einem der Ansprüche 1 bis 8 umfasst.

11. Schmierölzusammensetzung gemäß Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass das polares Grundöl mindestens ein Polyalkylen glykol umfasst.

12. Verwendung von (Meth)acrylat-Polymeren gemäß mindestens einem der Ansprüche 1 bis 8 zur Verbesserung des Viskositätsindexes von Schmierölzusammensetzungen, die mindestens ein polares Grundöl umfassen.

13. Verwendung von (Meth)acrylat-Polymeren gemäß Anspruch 3 oder 4 als Dispergiermittel in Schmierölzusammensetzungen, die mindestens ein polares Grundöl umfassen.

14. Verfahren zur Herstellung von (Meth)acrylat-Polymer gemäß mindestens einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass eine Mischung umfassend (Meth)acrylate der Formeln (I), (II) und (III) radikalisch polymerisiert wird.

15. Verfahren gemäß Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Polymerisation in einem Esteröl erfolgt.

Es folgt kein Blatt Zeichnungen