

**(Meth)acrylat-Polymere zur Verbesserung des  
Viskositätsindexes**

- Die vorliegende Erfindung betrifft (Meth)acrylat-Polymere  
5 zur Verbesserung des Viskositätsindexes. Darüber hinaus  
beschreibt die vorliegende Erfindung  
Schmierölszusammensetzungen, die diese (Meth)acrylat-  
Polymere enthalten.
- 10 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.
- 15 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.
- 20 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
- 25 Polyalkylenglykole (PAG).
- Aufgrund ihrer hohen Polarität und ihrer Unbrennbarkeit  
fanden PAG zunächst Anwendung in Wasser-basierten  
Hydraulikflüssigkeiten von Militärflugzeugen im 2.
- 30 Weltkrieg (W. H. Millett, Iron Steel Eng., 41, 1948).

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  
5 die hervorragenden Tieftemperatureigenschaften der PAG wie z.B. Stockpunkte von  $< -50^{\circ}\text{C}$ .

Als weitere wünschenswerte Eigenschaften von PAG sind zu nennen: geringe Neigung zur Bildung von Ölrückständen  
10 („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  
15 selbst bei hohen Belastungen intakt bleibt.

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

25 In Zeiten abnehmender Welterdölreserven, Umweltbewusstsein und vor allem erweiterten technischen Anforderungsprofilen an Schmierstoffe verstärkt sich das Interesse an synthetischen Grundölen.

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

- Viskositätsindexverbesserer (VII) sind meist polymere Additive, die in der Lage sind, den Viskositätsabfall bei  
10 steigender Öltemperatur abzumildern. Die in üblichen, auf Mineralöl basierenden Schmierölen zur Verbesserung des Viskositätsindex eingesetzten Polymere gehören unterschiedlichen Klassen an. Zu nennen sind hier Olefin-Copolymere, Polyisobuten, Styrol-Maleinsäureanhydrid-  
15 Copolymere, Polyisopren, Polyalkylacrylate und-methacrylate. Beim Einsatz von PAG als Grundöl können herkömmliche VII auf Grund deren geringer Löslichkeit im Allgemeinen nicht eingesetzt werden.
- 20 Polymere mit Wiederholungseinheiten, die Polyalkylenglykolgruppen umfassen, sind aus dem Stand der Technik bekannt. Allerdings umfassen diese Polymere relativ geringe Anteile an diesen Wiederholungseinheiten.
- 25 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,  
30 wobei diese durch verminderte lackartige Anhaftungen an Zylindern bestimmbar 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.

- 5 Die Verwendung von Polyalkyl(meth)acrylat-Copolymeren mit Polyalkylenglykol-Seitengruppen zur Verbesserung des Viskositätsindex von Schmierölszusammensetzungen, die mindestens ein polares Grundöl umfassen, wird in den zuvor dargelegten Druckschriften nicht beschrieben.

10

In Anbetracht des Standes der Technik war es nun Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Additiv zur Verfügung zu stellen, das zu einer Verbesserung Viskositätsindex von Schmierölszusammensetzungen führt, die mindestens ein

- 15 polares Grundöl umfassen. Diese Verbesserung sollte insbesondere bei Schmierölszusammensetzungen erzielt werden, die mindestens ein Polyalkylenglykol umfassen.

Darüber hinaus war es mithin eine Aufgabe der vorliegenden

- 20 Erfindung, ein Additiv zur Verfügung zu stellen, das mit einer sehr hohen Effizienz zu einer Verbesserung des Viskositätsindex führt. Dementsprechend sollte eine möglichst geringe Zugabe an Additiv notwendig sein, um eine Verdickung des polaren Grundöls auf einen normgerechten
- 25 Wert zu erzielen. Hierbei sollte der Viskositätsabfall bei steigender Öltemperatur auch bei sehr geringen Mengen an Additiv spürbar vermindert werden können.

Weiterhin war es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung

- 30 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.

- 5 So sollte das Additiv die hohe Affinität zu  
Metalloberflächen des polaren Grundöls nicht  
beeinträchtigen, so dass der Schmierfilm selbst bei hohen  
Belastungen intakt bleibt.
- 10 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  
15 neue oder konstruktiv aufwendige Anlagen benötigt werden.

Des Weiteren war es ein Ziel der vorliegenden Erfindung ein  
Additiv bereitzustellen, das eine Vielzahl von  
wünschenswerten Eigenschaften in der

- 20 Schmierölszusammensetzung bewirkt. Hierdurch kann die Anzahl  
an unterschiedlichen Additiven minimiert werden. So sollten  
bevorzugte Additive insbesondere dispergierende Wirkungen  
zeigen.

- 25 Weiterhin sollte das Additiv keine nachteiligen Wirkungen  
auf die Umweltverträglichkeit des Grundöls zeigen.

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

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-Polymere zur Verbesserung des Viskositätsindexes mit allen Merkmalen des Patentanspruchs 1. Zweckmäßige Abwandlungen der erfindungsgemäßen (Meth)acrylat-Polymere 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.

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

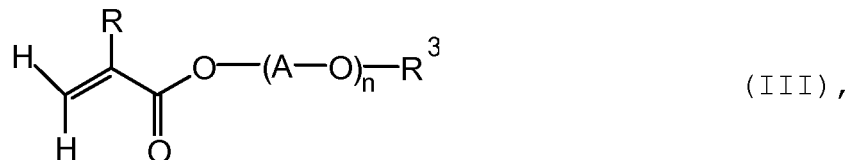


worin R Wasserstoff oder Methyl darstellt und R<sup>1</sup> einen Alkylrest mit 1 bis 6 Kohlenstoffatomen bedeutet,

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



- worin R Wasserstoff oder Methyl darstellt und R<sup>2</sup> einen Alkylrest mit 7 bis 30 Kohlenstoffatomen bedeutet, und  
 c) 15 bis 90 Gew.-% an Wiederholungseinheiten umfasst, die  
 5 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 R<sup>3</sup> ein Wasserstoffatom oder ein Alkylrest mit 1 bis 4 Kohlenstoffatomen bedeutet.
- 10 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
- 15 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.
- 20 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
- 25 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 Viskositätsindex die hohe Affinität zu Metalloberflächen des polaren Grundöls nicht, so dass der  
5 Schmierfilm selbst bei hohen Belastungen intakt bleibt.

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

15 Des Weiteren kann das (Meth)acrylat-Polymer zur Verbesserung des Viskositätsindex eine Vielzahl von wünschenswerten Eigenschaften in der Schmierölszusammensetzung bewirken. Hierdurch kann die Anzahl an unterschiedlichen Additiven minimiert werden. So  
20 können bevorzugte Additive insbesondere dispergierende Wirkungen zeigen.

Weiterhin zeigt das (Meth)acrylat-Polymer zur Verbesserung des Viskositätsindex keine nachteiligen Wirkungen auf die  
25 Umweltverträglichkeit des Grundöls.

Ferner zeigen die (Meth)acrylat-Polymere zur Verbesserung des Viskositätsindex eine besonders lange Haltbarkeit und einen geringen Abbau während des Einsatzes zeigen, so dass  
30 entsprechend modifizierte Schmierölszusammensetzungen über einen langen Zeitraum eingesetzt werden können.

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



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

Der Begriff Wiederholungseinheit ist in der Fachwelt weithin bekannt. Die vorliegenden (Meth)acrylat-Polymere können vorzugsweise über radikalische Polymerisation von  
15 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  
20 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  
25 Wiederholungseinheiten, die diese Polymere aufweisen, aus den zur Herstellung der Polymere eingesetzten Gewichtsanteilen an entsprechenden Monomeren.

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

5

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,

10 n-Butyl(meth)acrylat, tert.-Butyl(meth)acrylat und

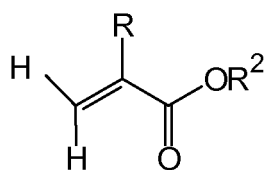
Pentyl(meth)acrylat, Hexyl(meth)acrylat;

Cycloalkyl(meth)acrylate, wie Cyclopentyl(meth)acrylat, Cyclohexyl(meth)acrylat. Von den genannten Monomeren ist Methylmethacrylat besonders bevorzugt.

15

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

20 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.

25 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,  
 5 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,  
 10 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,  
 15 Cetyleicosyl (meth)acrylat, Stearyleicosyl (meth)acrylat,  
 Docosyl (meth)acrylat und/oder  
 Eicosyltetraatriacontyl (meth)acrylat;  
 Cycloalkyl (meth)acrylate, wie  
 3-Vinylcyclohexyl (meth)acrylat, Bornyl (meth)acrylat,  
 20 2,4,5-Tri-t-butyl-3-vinylcyclohexyl (meth)acrylat,  
 2,3,4,5-Tetra-t-butylcyclohexyl (meth)acrylat.

- Die (Meth)acrylate mit langkettigem Alkoholrest lassen sich  
 beispielsweise durch Umsetzen von (Meth)acrylaten und/oder  
 25 (Meth)acrylsäure mit langkettigen Fettalkoholen erhalten,  
 wobei im allgemeinen eine Mischung 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,  
 30 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®-

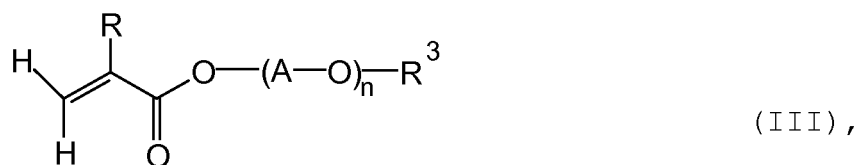
Typen (Cognis); Acropol® 35 und Exxal® 10 (Exxon Chemicals); Kalcol® 2465 (Kao Chemicals).

- 5 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
- 10 Gewicht der zur Herstellung des (Meth)acrylat-Polymers eingesetzten Monomere, betragen. Weiterhin sind (Meth)acrylat-Polymere bevorzugt, die 0,5 bis 60 Gew.-%, besonders bevorzugt 1 bis 20 Gew.-% an Wiederholungseinheiten aufweisen, die von (Meth)acrylaten
- 15 mit 16 bis 30 Kohlenstoffatomen abgeleitet sind.

- Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung können auch Mischungen von Monomeren der Formel (II) eingesetzt werden, wobei die Mischung vorzugsweise
- 20 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
- 25 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.

- Darüber hinaus umfassen erfindungsgemäße (Meth)acrylat-
- 30 Polymere 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:

13



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-Ethandiyl, 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.

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

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 Ethylenglykol 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.

Zu den bevorzugten Polyalkylenglykolmono(meth)acrylaten gehören insbesondere Alkoxypolyalkylenglykolmono(meth)acrylate, die sich durch  
5 eine Alkylgruppe als Rest  $R^4$  in obiger Formel (III) auszeichnen. Hierbei sind insbesondere Methoxypolyethylenglykolmono(meth)acrylate, auch als MPEG-(Meth)acrylate bezeichnet, besonders bevorzugt.

- 10 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  
15 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.
- 20 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,  
25 insbesondere Methoxypolyalkylenglykolen erhalten werden.

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

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, 5 Methyldipropylenglykolmethacrylat, Methyltripropylenglykolmethacrylat, Methyltripropylenglykolacrylat, Methyldipropylenglykolacrylat, 2-[2-(2-Methoxyethoxy)ethoxy]ethylmethacrylat. Von besonderem 10 Interesse ist insbesondere Butyldiglycolmethacrylat mit der CAS-Nr. 7328-22-5, welches von Evonik Röhm GmbH unter der Handelsbezeichnung VISIOMER® BDGMA kommerziell erhältlich ist. Besonders bevorzugt ist Ethyltriglycolmethacrylat mit 15 der CAS-Nr. 39670-09-2, welches von Evonik Röhm GmbH unter der Handelsbezeichnung VISIOMER® ETMA kommerziell erworben werden kann.

Bevorzugt einzusetzende Polyalkylenglykolmono(meth)acrylate 20 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 25 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. VISIOMER® MPEG 750 MA W, VISIOMER® MPEG 1005 MA W, VISIOMER® MPEG 2005 MA W und VISIOMER® MPEG 5005 MA W von Evonik Röhm GmbH 30 kommerziell erworben werden.

Die erfindungsgemäßen (Meth)acrylat-Polymere können weitere Monomere umfassen, die mit den zuvor dargelegten (Meth)acrylaten der Formeln (I) bis (III) copolymerisierbar  
5 sind. Hierzu gehören unter anderem

Aryl(meth)acrylate, wie Benzylmethacrylat oder Phenylmethacrylat, wobei die Arylreste jeweils unsubstituiert oder bis zu vierfach substituiert sein können;

- 10 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 Vinyltoluol und p-Methylstyrol, halogenierte Styrole, wie beispielsweise  
15 Monochlorstyrole, Dichlorstyrole, Tribromstyrole und Tetrabromstyrole;

Maleinsäure und Maleinsäurederivate, wie beispielsweise Maleinsäuremonoester, Maleinsäurediester, Maleinsäureanhydrid, Methylmaleinsäureanhydrid, Maleinimid,

- 20 Methylmaleinimid;  
Itaconsäure und Itaconsäurederivate, wie beispielsweise Itaconsäuremonoester, Itaconsäurediester und Itaconsäureanhydrid;

Fumarsäure und Fumarsäurederivate wie beispielsweise

- 25 Fumarsäuremonoester, Fumarsäurediester und Fumarsäureanhydrid.

Gemäß einer besonderen Ausführungsform können insbesondere dispergierende Monomere eingesetzt werden, die sich von

- 30 Monomeren gemäß Formel (III) unterscheiden.

Dispergierende Monomere werden seit langem zur Funktionalisierung von polymeren Additiven in Schmierölen eingesetzt und sind dem Fachmann daher bekannt (vgl. R.M.

- 5 Mortier, S.T. Orszulik (eds.): "Chemistry and Technology of Lubricants", Blackie Academic & Professional, London, 2<sup>nd</sup> ed. 1997). Zweckmäßig können insbesondere heterocyclische Vinylverbindungen und/oder ethylenisch ungesättigte, polare Ester- oder Amid-Verbindungen der Formel (IV)



- 10 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
- 15 umfassenden Rest mit mindestens einem, vorzugsweise mindestens zwei Heteroatomen, darstellt, als dispergierende Monomere eingesetzt werden.

- Beispiele für dispergierende Monomere der Formel (IV) sind
- 20 unter anderem Aminoalkyl(meth)acrylate, Aminoalkyl(meth)acrylamide, Hydroxylalkyl(meth)acrylate, heterocyclische (Meth)acrylate und/oder carbonylhaltige (Meth)acrylate.

Zu den Hydroxyalkyl(meth)acrylate zählen unter anderem

2-Hydroxypropyl(meth)acrylat,

3,4-Dihydroxybutyl(meth)acrylat,

5 2-Hydroxyethyl(meth)acrylat,

3-Hydroxypropyl(meth)acrylat,

2,5-Dimethyl-1,6-hexandiol(meth)acrylat und

1,10-Decandiol(meth)acrylat.

10 Carbonylhaltige (Meth)acrylate umfassen beispielsweise

2-Carboxyethyl(meth)acrylat,

Carboxymethyl(meth)acrylat,

N-(Methacryloyloxy)formamid,

Acetonyl(meth)acrylat,

15 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,

20 N-(2-(Meth)acryloyloxy-pentadecyl)-2-pyrrolidinon,

N-(3-(Meth)acryloyloxyheptadecyl)-2-pyrrolidinon und

N-(2-(Meth)acryloyloxyethyl)ethylenharnstoff.

2-Acetoacetoxyethyl(meth)acrylat

25 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,

30 N-Methacryloylmorpholin,

N-Methacryloyl-2-pyrrolidinon,

N-(2-Methacryloyloxyethyl)-2-pyrrolidinon,

N-(3-Methacryloyloxypropyl)-2-pyrrolidinon.

Zu den Aminoalkyl(meth)acrylaten zählen insbesondere

- 5 N,N-Dimethylaminoethyl(meth)acrylat,  
N,N-Dimethylaminopropyl(meth)acrylat,  
N,N-Diethylaminopentyl(meth)acrylat,  
N,N-Dibutylaminohexadecyl(meth)acrylat.

- 10 Weiterhin können Aminoalkyl(meth)acrylamide als  
dispergierende Monomere eingesetzt werden, wie  
N,N-Dimethylaminopropyl(meth)acrylamid.

- Darüber hinaus können Phosphor-, Bor- und/oder Silicium-  
15 haltige (Meth)acrylate als dispergierende Monomere  
eingesetzt werden, wie

- 2-(Dimethylphosphato)propyl(meth)acrylat,  
2-(Ethylenphosphito)propyl(meth)acrylat,  
Dimethylphosphinomethyl(meth)acrylat,  
20 Dimethylphosphonoethyl(meth)acrylat,  
Diethyl(meth)acryloylphosphonat,  
Dipropyl(meth)acryloylphosphat,  
2-(Dibutylphosphono)ethyl(meth)acrylat,  
2,3-Butylen(meth)acryloylethylborat,  
25 Methyldiethoxy(meth)acryloylethoxysilan,  
Diethylphosphatoethyl(meth)acrylat.

- Zu den bevorzugten heterocyclischen Vinylverbindungen  
zählen unter anderem 2-Vinylpyridin, 3-Vinylpyridin, 4-  
30 Vinylpyridin, 2-Methyl-5-vinylpyridin, 3-Ethyl-4-  
vinylpyridin, 2,3-Dimethyl-5-vinylpyridin, Vinylpyrimidin,  
Vinylpiperidin, 9-Vinylcarbazol, 3-Vinylcarbazol,

- 4-Vinylcarbazol, 1-Vinylimidazol, N-Vinylimidazol,  
2-Methyl-1-vinylimidazol, N-Vinylpyrrolidon,  
2-Vinylpyrrolidon, N-Vinylpyrrolidin, 3-Vinylpyrrolidin,  
5 N-Vinylcaprolactam, N-Vinylbutyrolactam, Vinyloxolan,  
Vinylfuran, Vinylthiophen, Vinylthiolan, Vinylthiazole und  
hydrierte Vinylthiazole, Vinyloxazole und hydrierte  
Vinyloxazole.
- 10 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  
15 Aminoalkyl(meth)acrylaten, Aminoalkyl(meth)acrylamiden  
und/oder heterocyclischen (Meth)acrylaten ausgewählt sind.

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

- 25 Von besonderem Interesse sind unter anderem (Meth)acrylat-  
Polymere, die vorzugsweise ein gewichtsgemittelt  
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  
30 aufweisen.

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.

- 5 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,
- 10 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
- 15 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.
- 20 Die erfindungsgemäßen Kammpolymere können auf verschiedene Weise hergestellt werden. Ein bevorzugtes Verfahren besteht in der an sich bekannten radikalischen Copolymerisation der genannten Monomere.
- 25 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
- 30 (=Reversible Addition Fragmentation Chain Transfer) erhalten werden.

Die übliche freie radikalische Polymerisation ist u.a. in Ullmanns's Encyclopedia of Industrial Chemistry, Sixth Edition dargelegt. Im Allgemeinen werden hierzu ein

5 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

10 Peroxyverbindungen, wie Methylethylketonperoxid, Acetylacetonperoxid, Dilaurylperoxyd, tert.-Butylper-2-ethylhexanoat, Ketonperoxid, tert-Butylperoctoat, Methylisobutylketonperoxid, Cyclohexanonperoxid, Dibenzoylperoxid, tert.-Butylperoxybenzoat, tert.-

15 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,

20 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  
25 bilden können. Als Kettenüberträger eignen sich insbesondere öllösliche Mercaptane wie beispielsweise n-Dodecylmercaptan oder 2-Mercaptoethanol oder auch Kettenüberträger aus der Klasse der Terpene, wie beispielsweise Terpinolen.

30

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 Übergangsmetallverbindung 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.

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.

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.

Die Polymerisation kann bei Normaldruck, Unter- od. Überdruck durchgeführt werden. Auch die Polymerisationstemperatur ist unkritisch. Im Allgemeinen

liegt sie jedoch im Bereich von  $-20^{\circ}$  -  $200^{\circ}\text{C}$ , vorzugsweise  $50^{\circ}$  -  $150^{\circ}\text{C}$  und besonders bevorzugt  $80^{\circ}$  -  $130^{\circ}\text{C}$ .

- 5 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
- 10 Esterölen zählen insbesondere Esterverbindungen, die von Carbonsäuren und/oder Phosphorsäuren abgeleitet sind.

Zu den von Phosphorverbindungen abgeleiteten Esterölen zählen insbesondere Alkylarylphosphatester;

- 15 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
- 20 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.
- 25 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
- 30 können.

Weiterhin können Lösungsmittel eingesetzt werden, die auf Carbonsäureestern basieren. Diese Carbonsäureester sind üblich Reaktionsprodukte von Alkoholen, wie z.B.

- 5 einwertigen oder mehrwertigen Alkoholen, und Carbonsäuren wie z.B. einwertigen oder mehrwertigen Carbonsäuren. Hierbei können auch partielle Carbonsäureester eingesetzt werden.

- 10 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
- 15 mindestens zwei Säuregruppen und/oder Polyolen mit mindestens zwei Hydroxylgruppen basieren.

Bevorzugte Polycarbonsäurereste können 2 bis 40, bevorzugt 4 to 24, insbesondere bevorzugt 4 to 12 Kohlenstoffatome

- 20 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.

25

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

30

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.

5

Zweckmäßige Polyole zur Herstellung der Esterverbindungen mit mindestens zwei Estergruppen enthalten üblich 2 bis 40, vorzugsweise 4 bis 22 Kohlenstoffatome. Beispiele sind Neopentylglycol, Diethylenglycol, Dipropylenglycol, 2,2-

10

Dimethyl-3-hydroxypropyl-2',2'-dimethyl-3'-

hydroxypropionat, Glycerin, Trimethylolethan, Trimethanolpropan, Trimethylolnonan, Ditrिमethylolpropan, Pentaerythritol, Sorbit, Mannit und Dipentaerythritol. Die Carbonsäurekomponente des Polyesters kann 1 bis 40,

15

vorzugsweise 2 bis 24 Kohlenstoffatome enthalten. Beispiele sind lineare oder verzweigte gesättigte Carbonsäuren, wie z.B. Ameisensäure, Essigsäure, Propionsäure, Octansäure, Capronsäure, Enanthsäure, Caprylsäure, Pelargonsäure, Caprinsäure, Undecansäure, Laurinsäure, Tridecansäure,

20

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-2-isopropylbutansäure, 2-Ethylhexansäure, 3,5,5-Trimethylhexansäure; lineare oder

25

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.

30

Fettsäuremischungen, wie z.B. Tallölfettsäuren können ebenfalls eingesetzt werden.

- 5 Besonders bevorzugte Esterverbindungen mit mindestens zwei Estergruppen sind unter anderem Diisononyladipat, Neopentylglycoltallat, Neopentylglycoldioleat, Propylenglycoltallat, propylenglycoldioleat, Diethylenglycoltallat und Diethylenglycoldioleat. Als  
10 Tallate werden hierbei Ester verstanden, die von Tallölfettsäuremischungen abgeleitet sind.

- Viele dieser Verbindungen können kommerziell von von BASF unter der Handelsbezeichnung ®Plastomoll DNA, von Inolex  
15 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  
20 1320 erhalten werden.

- Die zur Herstellung der erfindungsgemäßen Polymeren in einer radikalischen Copolymerisation einzusetzenden Monomeren sind im Allgemeinen kommerziell erhältlich.

25

- Die erfindungsgemäßen (Meth)acrylat-Polymere werden insbesondere zur Verbesserung des Viskositätsindex von Schmierölformulierungen eingesetzt, die insbesondere auf polaren Grundölen basieren. Polare Grundöle umfassen üblich  
30 Verbindungen mit polaren Gruppen, insbesondere Estergruppen und/oder Ethergruppen.

Zu diesen polaren Grundölen gehören unter anderem organische Ester, beispielsweise Diester und Polyester von Carbonsäuren, wie z.B. Adipate, Phosphatester,

5 Polyalkylenglykole, Polyether und Silikonöle.

Zu den bevorzugten polaren Grundölen gehören insbesondere die zuvor dargelegten Esteröle, die vorzugsweise Phosphorester und/oder Carbonsäureester umfassen. Weiterhin  
10 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

15 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 ®Viscobase von Evonik RohMax GmbH erhältlich.

20 Besonders überraschend können die vorliegenden (Meth)acrylat-Polymere zur Verbesserung des Viskositätsverhaltens von Polyalkylenglykolen eingesetzt werden. Polyalkylenglykole sind in der Fachwelt bekannt, wobei diese Polyether im Allgemeinen durch anionische  
25 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  
30 der Alkylenoxide werden dabei im allgemeinen Alkalihydroxide wie Kalium- oder Natriumhydroxid eingesetzt.

Die Verwendung und Erfordernisse dieser Polyalkylenglykole als Basisöle zur Formulierung von Schmierstoffen ist zum Beispiel in den FDA-Regulatorien 21 CFR 178.3910 (Surface  
5 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  
10 Verhältnis der eingebauten Alkylenoxidmonomere.

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

Erfindungsgemäß können Polyalkylen-Homopolymere, insbesondere Polyethylenglykol, Polypropylenglykol und/oder  
20 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.

25

Das zahlengemittelte 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  
30 oder, bei geringem Molekulargewicht, über Dampfdruckosmose bestimmt werden.

Weitere Einzelheiten von Polyalkylenglykolen, die insbesondere in Schmierölformulierungen eingesetzt werden können, sind insbesondere in Rudnik, L.R., Shubkin, R.L.,  
5 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  
10 wird.

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  
15 445 eingesetzt werden.

Diese Grundöle können auch als Mischungen eingesetzt werden und sind vielfach kommerziell erhältlich. So sind die zuvor dargelegten Polyalkylenglykole insbesondere von Clariant,  
20 von Dow unter der Bezeichnung ®Synalox und von Klüber Lubrication unter der Bezeichnung ®Klübersynth erhältlich.

Die Konzentration des (Meth)acrylat-Polymers in der Schmierölszusammensetzung liegt vorzugsweise im Bereich von  
25 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.

30 Neben den zuvor genannten Komponenten kann eine Schmierölszusammensetzung 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.

5

Bevorzugte Schmierölszusammensetzungen 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

10 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.

Gemäß einem besonderen Aspekt der vorliegenden Erfindung  
15 weisen bevorzugte Schmierölszusammensetzungen 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.

20 Die vorliegenden Schmierölszusammensetzungen können insbesondere als Getriebeöl, Motoröl oder Hydrauliköl eingesetzt werden. Überraschende Vorteile lassen sich insbesondere bei Verwendung der vorliegenden Schmiermitteln in Handschalt- (*manual*), automatisierten Handschalt-  
25 (*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*  
30 *case*) und Achs- (*axle*) bzw. Differentialgetrieben (*differential*) eingesetzt werden.

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

#### Abkürzungen

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

Durchführung des Russ-Tüpfeltestes:

Zur Bestimmung der Dispersionswirkung der erhaltenen  
5 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  
10 (Flammruss, Degussa Spezialschwarz 4), 50 g Formulierung  
und anschließend 275 Stahlkugeln ( $d = 2 \text{ mm}$ ) 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  $\mu\text{l}$   
15 auf Filterpapier (589<sup>2</sup>, white ribbon, ashless,  $d = 90 \text{ mm}$ )  
getüpfelt. Nach 1 h Lagerung im Trockenschrank bei  $80^\circ\text{C}$   
wurden die Proben ausgewertet. Zur Auswertung wurde der  
Durchmesser des Russfleckens  $d_1$  und der Durchmesser des ihn  
umgebenden Ölfleckens  $d_2$  ausgemessen und deren Verhältnis  
20 in % angegeben ( $\text{Bewertung} = d_1/d_2 * 100 \%$ ). Je höher die  
Bewertung, d.h. je geringer der Durchmesser des umgebenden  
Ölfleckens in Bezug auf den Russfleck, desto besser die  
Dispergierwirkung. Die genannte Prozedur wurde zweimal  
durchgeführt.

25

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.

30

Beispiele 1 bis 10

- In einen 2 L-Reaktionskolben einer Apparatur mit Säbelrührer, Kühler, Temperaturregler mit PT100,
- 5 Zulaufpumpe und N<sub>2</sub>-Zuleitung wurden 49,3 g einer Monomermischung, deren Zusammensetzung in Tabelle 1 dargelegt ist, und 444,0g ®Plastomoll DNA (Diisononyladipat; erhältlich von BASF) eingewogen. Die Apparatur wurde inertisiert und auf 100°C aufgeheizt.
- 10 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,
- 15 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-
- 20 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 | 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  | -      | -     | -    | 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

5

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

10

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,

5 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-

10 ethylhexanoat zugegeben und weitere 2 h bei 100°C gerührt. Man erhielt 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

15 nochmals 0,72 g ter.-Butylperbenzoat zugegeben. Nach der letzten Initiatorzugabe wurde noch 2 h bei 130°C gerührt. Man erhielt eine klare 55,6%ige Lösung. Die gemäß Brookfield erhaltene Viskosität (BV100) ist ebenfalls in

20 Tabelle 2 dargelegt.

Tabelle 2:

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

Anwendungsbeispiele

- Die Verbesserung des Viskositätsindex durch die dargelegten Polymere wurden in Polyalkylenglycolen
- 5 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 eine
- 10 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<br>Polymer in % | KV100<br>[mm <sup>2</sup> /s] | KV40<br>[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<br>1 | nicht löslich               |                               |                              |     |
| Vergleichsbeispiel<br>2 | nicht löslich               |                               |                              |     |
| Vergleichsbeispiel<br>3 | nicht löslich               |                               |                              |     |
| Vergleichsbeispiel<br>4 | nicht löslich               |                               |                              |     |

Der Vergleich der Beispiele 1, 9 und 10 zeigt, dass durch die  
5 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

5 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 |

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

10 bei ansteigenden Temperaturen kann der Temperatureinsatzbereich für PAG in Schmierstoffanwendungen erheblich erweitert werden.

Weiterhin wurde der zuvor dargelegte Russ-Tüpfeltest

20 durchgeführt.

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

25 Versuche wurden anhand der in Tabelle 3 dargelegten

Formulierungen durchgeführt. Die Polymere gemäß den Beispielen 4 bis 7 und 11 zeigen überraschend die

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

## Patentansprüche

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

5

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



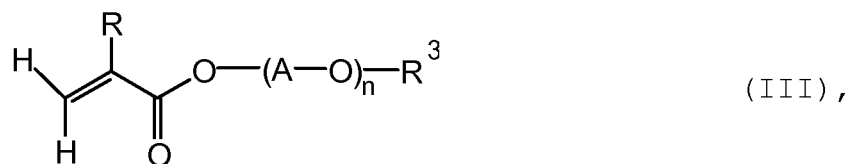
worin R Wasserstoff oder Methyl darstellt und R<sup>1</sup> einen Alkylrest mit 1 bis 6 Kohlenstoffatomen bedeutet,

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



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

- 15 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 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.

5

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

10

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.

15

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

20



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

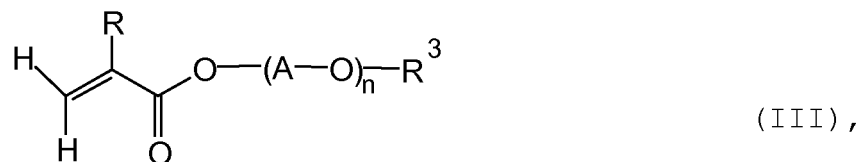
6. (Meth)acrylat-Polymer gemäß mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass Polymer

5 15 bis 70 Gew.-% an Wiederholungseinheiten umfasst, die von (Meth)acrylaten der Formel (II) abgeleitet sind



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

10 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



15 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.

20 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. Schmierölszusammensetzung umfassend mindestens ein polares Grundöl und mindestens ein (Meth)acrylat-Polymer gemäß mindestens einem der Ansprüche 1 bis 8.
- 5
10. Schmierölszusammensetzung gemäß Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Schmierölszusammensetzung 2 bis 30 Gew.-% an (Meth)acrylat-Polymer gemäß mindestens einem der Ansprüche 1 bis 8 umfasst.
- 10
11. Schmierölszusammensetzung gemäß Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass das polare Grundöl mindestens ein Polyalkylenglykol umfasst.
- 15
12. Verwendung von (Meth)acrylat-Polymeren gemäß mindestens einem der Ansprüche 1 bis 8 zur Verbesserung des Viskositätsindex von Schmierölszusammensetzungen, die mindestens ein polares Grundöl umfassen.
- 20
13. Verwendung von (Meth)acrylat-Polymeren gemäß Anspruch 3 oder 4 als Dispergiermittel in Schmierölszusammensetzungen, die mindestens ein polares Grundöl umfassen.
- 25
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.
- 30
15. Verfahren gemäß Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Polymerisation in einem Esteröl erfolgt.