



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2006 005 100 A1 2007.08.09**

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2006 005 100.9**

(22) Anmeldetag: **04.02.2006**

(43) Offenlegungstag: **09.08.2007**

(51) Int Cl.⁸: **C08G 77/38 (2006.01)**

C12P 7/62 (2006.01)

C08G 77/06 (2006.01)

(71) Anmelder:

Goldschmidt GmbH, 45127 Essen, DE

(72) Erfinder:

**Ferenz, Michael, Dr., 45359 Essen, DE; Grüning,
Burghard, Dr., 45134 Essen, DE; Hartung,
Christian, Dr., 45133 Essen, DE; Thum, Oliver, Dr.,
40880 Ratingen, DE**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Herstellung organomodifizierter Siloxane**

(57) Zusammenfassung: Gegenstand der Erfindung ist ein Verfahren zur Herstellung von mit organischen Estern modifizierten Siloxanen durch Hydrosilylierung von Siloxanen mit terminal ungesättigten Estern, welches dadurch gekennzeichnet ist, dass die eingesetzten terminal ungesättigten Ester unter Verwendung mindestens eines Enzyms als Katalysator hergestellt werden.

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein neues Verfahren zur Herstellung von mit organischen Gruppen modifizierten Siloxanen.

[0002] Organomodifizierte Siloxane werden in den verschiedensten Applikationen eingesetzt. Ihre Eigenschaften lassen sich durch die Art der Modifikation, sowie durch die Modifikationsdichte gezielt einstellen.

[0003] Eine industriell genutzte Methode zur Produktion von organomodifizierten Siloxanen ist die Hydrosilylierung. Dazu werden SiH-funktionelle Siloxane in Gegenwart von Übergangsmetallkatalysatoren mit endständig ungesättigten organischen Reaktionspartnern umgesetzt.

[0004] So können zum Beispiel mit Allylpolyethern organophile oder nichtionische hydrophile Gruppen an ein Siloxangerüst gebunden werden. Derartige Verbindungen finden ihren Einsatz zum Beispiel als Polyurethan-Schaum-Stabilisatoren, als Entschäumer in Treibstoffen oder als Additive in Farben und Lacken.

[0005] Durch Umsetzung mit α -Olefinen wird dagegen das Siloxan mit hydrophoben Gruppen verknüpft. Die so erhaltenen Siliconwachse dienen zum Beispiel als Additiv in Personal-Care-Applikationen.

[0006] Es zeigt sich in vielen Anwendungsgebieten, dass die Wirkung des Siloxans entscheidend von der Verträglichkeit mit der entsprechenden Formulierung abhängt. Es ist daher wünschenswert, auf eine breite Rohstoffbasis an organischen Resten zurückgreifen zu können, die sich außerdem mit Präzision und sehr guten Ausbeuten reproduzierbar durch Hydrosilylierung an das Silicongrundgerüst addieren lässt.

[0007] Eine sehr breite und in vielen Fällen zudem recht preiswerte Rohstoffbasis stellt die Gruppe der Carbonsäuren dar. Die verfügbaren Produkte sind zahlreich und unterscheiden sich gravierend in ihren Eigenschaften. Beispielfhaft sei hier die Klasse der Fettsäuren genannt.

[0008] Carbonsäuren lassen sich auch in Form ihrer Ester an das Siloxangerüst knüpfen. Solchermaßen mit organischen Estergruppen modifizierte Siloxane sind über verschiedene Syntheserouten zugänglich und finden Anwendung beispielsweise als Additive für Toner.

[0009] Zum einen können Alkoholgruppen tragende Siloxane verestert oder Carbonsäureester mit Alkoholgruppen tragenden Siloxanen umgeestert werden.

[0010] Diese beiden Verfahren setzen jedoch voraus, dass zunächst ein Alkoholgruppen tragendes Siloxan synthetisiert wird, was in vielen Fällen nicht unproblematisch ist. Zugänglich sind letztere durch Hydrosilylierung von endständig ungesättigten Alkoholen, wie zum Beispiel Allylalkohol oder Glycerinmonoallylether. Während der Hydrosilylierung kommt es jedoch in der Regel zu Nebenreaktionen, bei der die SiH-Einheiten mit der OH-Funktion unter Bildung von SiOC-Gruppen reagieren. Insbesondere bei hochmodifizierten Siloxanen kommt es daher schnell zu einer unkontrollierten und unerwünschten Vernetzung der Reaktionsprodukte.

[0011] Weiterhin ist die Umsetzung der so gewonnenen Alkoholgruppen tragenden Siloxane zu den entsprechenden Estern ebenfalls häufig problematisch, da viele der üblicherweise angewandten Reaktionsbedingungen zur Ver- bzw. Umesterung, beispielsweise der Einsatz von starken Säuren bei Temperaturen von über 100 °C, zu Umlagerungsreaktionen im Siloxangerüst führen.

[0012] Ein weiterer Weg, Carbonsäureester funktionalisierte Siloxane zu erhalten, ist die Hydrosilylierung von endständig ungesättigten Estern. Die Patentanmeldungen JP-A-8157601 und US-A-2003/0096919 beschreiben zwar den Einsatz terminal ungesättigter Ester, machen jedoch keine Angaben über die Herstellung und ggf. Aufreinigung dieser Verbindungen. Da die Hydrosilylierung aber eine sehr empfindliche Reaktion ist, sind teilweise umfangreiche Reinigungsschritte nötig, um Ester zu erhalten, die problemlos weiter mit Siloxanen umgesetzt werden können. Aus wirtschaftlichen und toxikologischen Gründen ist dabei eine niedrige Katalysatorkonzentration, üblicherweise unter 15 ppm, wünschenswert, wodurch ein problemloser Reaktionsverlauf jedoch noch schwerer zu erreichen ist.

[0013] Die bekannten konventionellen Methoden zur industriellen Herstellung von Estern, wie sie beispielsweise in der Herstellung kosmetischer Ester häufig verwendet werden, beinhalten den Einsatz von Säuren oder Metallsalzen als Katalysatoren.

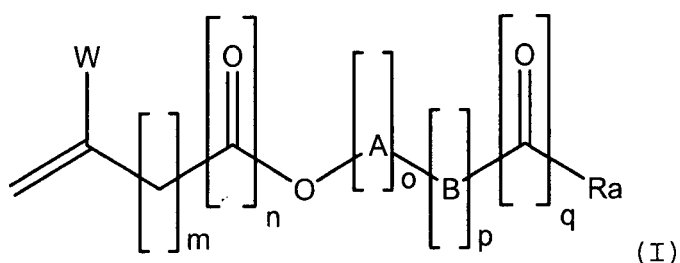
[0014] Allerdings liefern endständig ungesättigte Ester die nach derartigen Standardmethoden, beispielsweise durch Säurekatalyse mit para-Toluensulfonsäure oder durch Metallsalzkatalyse, mit z. B. Zinn(II)oxalat, hergestellt wurden, nur unbefriedigende Ergebnisse in der Hydrosilylierung, wenn die verwendeten Katalysatoren lediglich durch übliche einfache Verfahren, wie Neutralisation und Filtration abgetrennt wurden. Die später folgenden Beispiele 1, 2, 11 und 12 belegen dies durch experimentelle Daten.

[0015] Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung bestand daher darin, ein Verfahren zu entwickeln, welches zunächst die einfache Herstellung von terminal ungesättigten organischen Estern erlaubt, die anschließend problemlos und ohne nennenswerte Aufarbeitungsschritte durch Hydrosilylierung mit Siloxanen verknüpft werden können.

[0016] Weitere nicht explizit genannte Aufgaben ergeben sich aus dem Kontext der nachfolgenden Beschreibung, der Beispiele sowie der Ansprüche.

[0017] Überraschenderweise wurde gefunden, dass organische Ester, die eine terminale Doppelbindung enthalten, einfach und in sehr guten Ausbeuten durch Hydrosilylierung an Siloxane angelagert werden können, wenn die Knüpfung der Esterbindung durch enzymatische Katalyse erfolgt.

[0018] Gegenstand der Erfindung ist daher ein Verfahren zur Herstellung von mit organischen Estern modifizierten Siloxanen, welches dadurch gekennzeichnet ist, dass die eingesetzten terminal ungesättigten Ester der allgemeinen Formel I



wobei

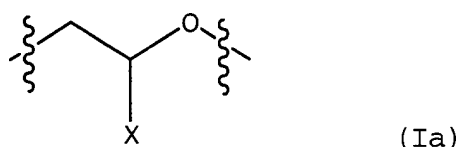
W Wasserstoff oder Methyl, bevorzugt Wasserstoff,

m 0 bis 28, bevorzugt 1 bis 17,

n 0 oder 1,

o 0 bis 100,

A ein Oxyalkenylrest der allg. Formel Ia

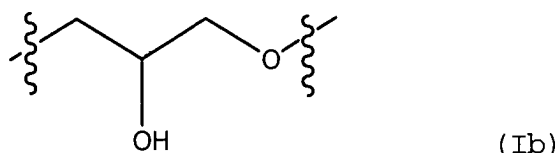


ist, wobei

X unabhängig voneinander gleiche oder verschiedene Reste aus der Gruppe -H, -CH₃, -CH₂CH₃ oder -Phenyl, bevorzugt Wasserstoff, ist,

p 0 bis 20,

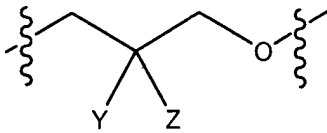
B für p = 1, ein vom Glycerin abgeleiteter, gegebenenfalls mit R_b veresterter, Oxyalkenylrest der allg. Formel Ib



ist, wobei

R_b der Acylrest linearer, verzweigter, gesättigter oder ungesättigter, gegebenenfalls zusätzliche Hydroxygruppen tragender Carbonsäuren mit 2 bis 30 C-Atomen ist, oder

B für p = 1, der Rest der allg. Formel Ic



(Ic)

ist, wobei

Y und Z unabhängig voneinander gleiche oder verschiedene Reste aus der Gruppe -H, -CH₃, -CH₂CH₃, -CH₂OH oder -CH₂OR_b sind, wobei

R_b wie oben definiert ist, oder

B für p ≥ 2, ein vom Polyglycerin abgeleiteter, gegebenenfalls mit R_b veresterter, Rest ist, wobei

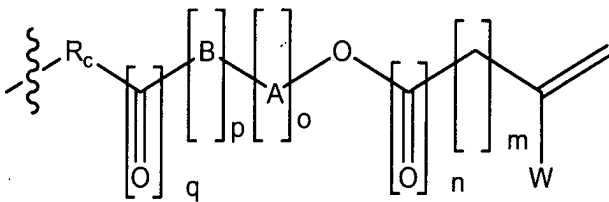
R_b wie oben definiert ist,

R_a Wasserstoff, R_{a1} oder R_{a2}, ist,

wobei

R_{a1} ein linearer oder verzweigter, gesättigter oder ungesättigter, gegebenenfalls Hydroxygruppen tragender, gegebenenfalls mit Carbonsäuren veresterter Hydroxygruppen tragender, gegebenenfalls Amino-, Alkylamino- oder Dialkylaminogruppen tragender Alkylrest mit 1 bis 200 C-Atomen,

R_{a2} der Rest der allgemeinen Formel Id



(Id)

ist, und

R_c ein gesättigter oder ungesättigter difunktionaler Kohlenwasserstoffrest mit 2 bis 20 C-Atomen ist, wobei

n + q 1 und wenn

R_a Wasserstoff ist, dann ist

q 0 und

o + p ≥ 1,

biokatalytisch hergestellt werden.

[0019] Erfindungsgemäß verwendet werden bevorzugt Verbindungen der allgemeinen Formel I, bei denen n, o, p = 0,

W Wasserstoff,

m 1 bis 28, bevorzugt 1 bis 4,

q 1,

R_a, R_{a1} = R_{a11} oder R_a = R_{a2} ist,

wobei

R_{a2} wie oben definiert ist.

[0020] R_{a11} stellt dabei den von handelsüblichen Säuren, wie beispielsweise Essigsäure, Propansäure, Butansäure, Pentansäure, Chloressigsäure, Trifluoressigsäure, Ethylhexansäure, Isononansäure, Isotridecansäure oder Isostearinsäure abgeleiteten Alkylrest dar. Weiterhin stellt R_{a11} den von einbasischen Fettsäuren auf Basis natürlicher pflanzlicher oder tierischer Öle mit 6 bis 30 Kohlenstoffatomen, insbesondere mit 8 bis 22 Kohlenstoffatomen, wie Capronsäure, Caprylsäure, Caprinsäure, Laurinsäure, Myristinsäure, Palmitinsäure, Palmitoleinsäure, Isostearinsäure, Stearinsäure, 12-Hydroxystearinsäure, Dihydroxystearinsäure, Ölsäure, Linolsäure, Petrolesinsäure, Elaidinsäure, Arachinsäure, Behensäure, Erucasäure, Gadoleinsäure, Linolensäure, Eicosapentaensäure, Docosahexaensäure, Arachidonsäure, welche allein oder in Mischung eingesetzt werden können, abgeleiteten Alkylrest dar. Als Rest R_{a11} kann ebenfalls der von Polykondensationsprodukten von hydroxyfunktionalisierten Säuren, beispielsweise Poly-12-hydroxystearinsäure oder Polyricinolsäure, abgeleitete Alkylrest eingesetzt werden.

[0021] Erfindungsgemäß ebenfalls bevorzugt eingesetzt werden Verbindungen der allgemeinen Formel I, bei denen

n, p 0,

W Wasserstoff,

m 1 bis 28, bevorzugt 1 bis 4, insbesondere 1,
 o 1 bis 100, insbesondere 1,
 q 1, ist,
 $R_a R_{a1} = R_{a11}$ oder $R_a = R_{a2}$ ist, wobei R_{a11} und R_{a2} wie oben definiert sind.

[0022] Erfindungsgemäß ebenfalls bevorzugt eingesetzt werden Ester der allgemeinen Formel I, wobei
 n, o 0,
 W Wasserstoff,
 m 1 bis 28, bevorzugt 1 bis 4, insbesondere 1,
 B $-\text{CH}_2-\text{CH}_2\text{OH}-\text{CH}_2-\text{O}-$ oder $-\text{CH}_2-\text{CH}_2\text{OR}_b-\text{CH}_2-\text{O}-$,
 P 1 bis 20, bevorzugt 1,
 q 1, ist,
 $R_a R_{a1} = R_{a11}$ oder $R_a = R_{a2}$, ist
 wobei
 R_{a11} , R_{a2} und R_b wie oben definiert sind.

[0023] Hierbei können die Polyglycerinderivate ($p \geq 2$) zumindest teilweise andere, als aus Formel Ib ersichtlichen 1,3-Verknüpfungen der Glycerineinheiten aufweisen, wie sie in den üblichen und literaturbekannten Verfahren zur Gewinnung von Polyglycerinen auftreten, beispielsweise 1,2-Verknüpfungen.

[0024] Erfindungsgemäß ebenfalls bevorzugt eingesetzt werden Ester der allgemeinen Formel I, wobei
 n, o 0,
 W Wasserstoff,
 m 1 bis 28, bevorzugt 1 bis 4, insbesondere 1,
 B $-\text{CH}_2-\text{CH}_2\text{YZ}-\text{CH}_2-\text{O}-$,
 p q = 1,
 $R_a R_{a1} = R_{a11}$ oder $R_a = R_{a2}$, wobei Y, Z, R_{a11} und R_{a2} wie oben definiert sind.

[0025] Erfindungsgemäß ebenfalls bevorzugt eingesetzt werden Ester der allgemeinen Formel I, wobei
 n 1,
 W Wasserstoff oder CH_3 , bevorzugt Wasserstoff,
 m 0 bis 27, bevorzugt 1 bis 10,
 o, p 0,
 $R_a R_{a1} = R_{a12}$ oder $R_a = R_{a2}$, wobei R_{a2} wie oben definiert sind und
 R_{a12} der Kohlenwasserstoffrest eines substituierten oder unsubstituierten, gegebenenfalls verzweigten, gegebenenfalls eine oder mehrere Mehrfachbindung(en) enthaltenden, gegebenenfalls Hydroxygruppen, gegebenenfalls mit Carbonsäuren veresterte Hydroxygruppen, gegebenenfalls Amino-, Alkylamino- oder Dialkylaminogruppen tragenden Alkohols mit 2 bis 30 C-Atomen, bevorzugt mit 6 bis 22 C-Atomen, ist.

[0026] Beispiele für R_{a12} sind die Kohlenwasserstoffreste von Propanol, Butanol, Pentanol, Hexanol, Octanol sowie deren Isomeren wie i-Propanol, i-Butanol, 2-Ethylhexanol, Isononylalkohol, Isotridecylalkohol, mehrwertige Alkohole, wie 1,6-Hexandiol, 1,2-Pentandiol, Dihydroxyaceton, 1,2-Propylenglycol, 1,3-Propylenglykol, Neopentylglycol, Trimethylolpropan, Pentaerithrol, Sorbitol, Glycerin, Diglycerin, Triglycerin, Polyglycerin, Ethylenglykol, Diethylenglycol, Triethylenglycol, Polyethylenglycol, sowie aminofunktionalisierte Alkohole, wie N,N-Dimethylethanolamin. Weitere Beispiele sind die Kohlenwasserstoffreste von Alkoholen, die nach bekannten Verfahren aus einbasischen Fettsäuren auf Basis natürlicher pflanzlicher oder tierischer Öle mit 6 bis 30 Kohlenstoffatomen, insbesondere mit 8 bis 22 Kohlenstoffatomen, hergestellt werden, wie Capronsäure, Caprylsäure, Caprinsäure, Laurinsäure, Myristinsäure, Palmitinsäure, Palmitoleinsäure, Isostearinsäure, Stearinsäure, 12-Hydroxystearinsäure, Dihydroxystearinsäure, Ölsäure, Linolsäure, Petrolesinsäure, Elaidinsäure, Arachinsäure, Behensäure, Erucasäure, Gadoleinsäure, welche allein oder in Mischung eingesetzt werden.

[0027] Erfindungsgemäß werden die Ester der allgemeinen Formel I durch Kondensation der entsprechenden Alkohole und Säuren unter Verwendung mindestens eines Enzyms als Katalysator hergestellt. Erfindungsgemäß können statt der Säuren auch die entsprechenden Ester der Carbonsäuren mit leichtflüchtigen Alkoholen zu einer Umesterung eingesetzt werden, beispielsweise eignen sich Methyl-, Ethyl- oder Vinylester.

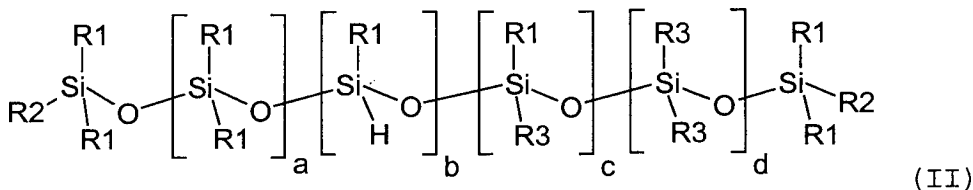
[0028] Bei den erfindungsgemäß verwendbaren Enzymen handelt es sich um solche aus der Gruppe der hydrolytischen Enzyme, z. B. Lipasen, Esterasen oder Proteasen, wie beispielsweise Cholesterolesterase, Esterase aus Schweineleber oder Lipasen aus *Candida rugosa*, *Pseudomonas* sp., *Thermomyces langosiosus*, Schweinepankreas, *Mucor miehei*, *Alcaligines* sp., vorzugsweise Lipasen, besonders bevorzugt Lipase B aus

Candida antarctica.

[0029] Erfindungsgemäß können ganze Zellen, ruhende Zellen, immobilisierte Zellen, gereinigte Enzyme oder Zellextrakte, die die entsprechenden Enzyme enthalten oder Mischungen davon eingesetzt werden. Die Enzyme können erfindungsgemäß in Ganzzellsystemen, in freier Form oder auf geeignete Träger immobilisiert verwendet werden.

[0030] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren werden die Reaktanden in einem geeigneten Reaktor (z. B. Rundkolben mit Rührer oder in einem Festbettreaktor) gemischt und auf die optimale Arbeitstemperatur des verwendeten Biokatalysators erhitzt. Je nach verwendetem Biokatalysator liegt diese Temperatur bei 20 °C bis 100 °C, bevorzugt bei 35 °C bis 80 °C. Bei Verwendung eines Festbettreaktors wird das Festbett mit dem ausgewählten Enzym befüllt und nach Erreichen der Reaktionstemperatur die Reaktionsmischung durch das Festbett gepumpt. Bei Verzicht auf einen Festbettreaktor wird das Enzym der Reaktionsmischung direkt zugesetzt und nach Beendigung der Reaktion durch geeignete Vorrichtungen abfiltriert. Zum Erreichen möglichst vollständiger Umsätze wird das bei der Reaktion freiwerdende Wasser, bzw. der freiwerdende niedrigsiedende Alkohol durch Anlegen eines Vakuums oder andere geeignete Techniken, beispielsweise Durchleiten inerte Gase (z. B. Stickstoff) oder der Anwendung von Absorptionsmitteln (z. B. Molekularsieb), entfernt.

[0031] Erfindungsgemäß werden anschließend die solchermaßen erhaltenen Ester, eventuell auch im Gemisch untereinander und/oder mit anderen, terminal ungesättigten organischen Verbindungen, beispielsweise Allyloxyethanol, Glycerinmonoallylether, Allyltrimethylolpropan, α -Olefinen oder endständig ungesättigten Polyethern, durch Hydrosilylierung mit einem SiH-Polysiloxan der allgemeinen Formel II



wobei

n_s (die Summe aus $a + b + c + d + 2$) 4 bis 850, vorzugsweise 6 bis 160,

a 1 bis 800, vorzugsweise 2 bis 150,

b 1 bis 400, vorzugsweise 2 bis 75,

c 0 bis 10, vorzugsweise 0,

d 0 bis 10, vorzugsweise 0, ist,

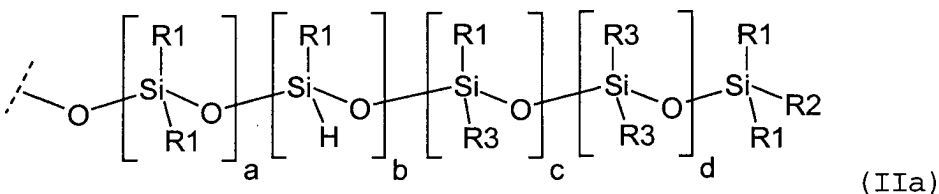
nach bekannten Methoden umgesetzt,

worin die Reste

R1 unabhängig voneinander gleich oder verschieden und aus folgender Gruppe sind: gesättigte oder ungesättigte, gegebenenfalls verzweigte Alkylgruppen mit 1 bis 30 C-Atomen, Alkarylreste mit 7 bis 30 C-Atomen, Arylreste mit 6 bis 30 C-Atomen, vorzugsweise Alkylgruppen mit 1 bis 4 C-Atomen oder Phenyl, insbesondere Methyl;

R2 unabhängig voneinander Wasserstoff oder R1;

R3 unabhängig voneinander gleiche oder verschiedene Reste der allgemeinen Formel IIa



sind.

[0032] In einer besonderen Ausführungsform wird das Si-H-Polysiloxan allein oder teilweise mit Estern umgesetzt, die mehr als eine endständige $H_2C=CH$ -Gruppe enthalten. Diese Ester entsprechen der allgemeinen Formel I, in der R_{a2} durch die Formel Id beschrieben wird. Auf diese Weise werden höhermolekulare, in der Regel vernetzte organomodifizierte Siloxane erhalten.

[0033] Es ist dem Fachmann geläufig, dass die Verbindungen in Form eines Gemisches mit einer im Wesentlichen durch statistische Gesetze geregelten Verteilung vorliegen. Die Werte für die Indices a , b , c und d stellen

deshalb Mittelwerte dar.

[0034] Erfindungsgemäß wird die Hydrosilylierung nach etablierten Methoden in Gegenwart eines Katalysators durchgeführt. Dabei können beispielsweise Katalysatoren verwendet werden, die üblicherweise für Hydrosilylierungen eingesetzt werden, wie Platin-, Rhodium-, Osmium-, Ruthenium-, Palladium-, Iridium-Komplexe oder ähnliche Verbindungen bzw. die entsprechenden reinen Elemente oder deren auf Silica, Aluminiumoxid oder Aktivkohle oder ähnlichen Trägermaterialien immobilisierte Derivate. Bevorzugt wird die Hydrosilylierung in Gegenwart von Pt-Katalysatoren wie Cis-Platin oder Karstedt-Katalysator [Tris(divinyltetramethyldisiloxan)bis-platin] durchgeführt.

[0035] Die bevorzugt eingesetzte Menge an Katalysator beträgt 10^{-7} bis 10^{-1} mol pro mol Olefin, bevorzugt 1 bis 20 ppm. Die Hydrosilylierung wird bei Temperaturen zwischen 0 und 200 °C, bevorzugt zwischen 50 und 140 °C, durchgeführt. Lösungsmittel sind für die Durchführung der Reaktion generell nicht nötig. Die Reaktion kann jedoch in geeigneten Lösungsmitteln wie aliphatischen oder aromatischen Kohlenwasserstoffen, cyclischen Oligosiloxanen, Alkoholen oder Estern durchgeführt werden.

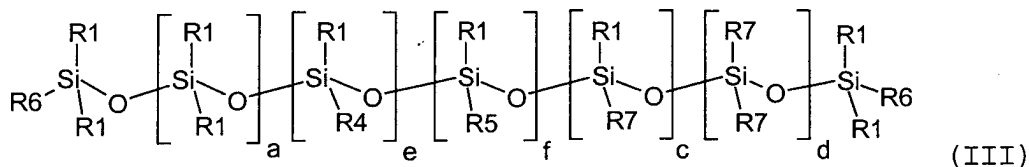
[0036] Gegenstand der Erfindung sind weiterhin Verbindungen der Formel I, wobei $n = p = 0$, $W = X =$ Wasserstoff, $m = o = q = 1$ und $R_a = R_{a13}$ ist. Dabei ist R_{a13} der Alkylrest einbasischer Fettsäuren auf Basis natürlicher pflanzlicher oder tierischer Öle mit 8 bis 16 Kohlenstoffatomen, welche allein oder in Mischung vorhanden sein können. Erfindungsgemäß kann R_{a13} auch der Alkylrest von Isononansäure (3,5,5-Trimethylhexansäure), 2-Ethylhexansäure, Ricinolsäure, 12-Hydroxystearinsäure, Polyricinolsäure oder Poly-12-hydroxystearinsäure sein.

[0037] Weiterhin Gegenstand der Erfindung sind Verbindungen der Formel I, wobei $n = p = 0$, $W =$ Wasserstoff, $X =$ Wasserstoff oder Methyl, bevorzugt Wasserstoff, $m = q = 1$, $o = 2$ bis 100, bevorzugt 3 bis 100, und $R_a = R_{a14}$ ist. Dabei ist R_{a14} der Alkylrest handelsüblicher Säuren mit 4 bis 30 Kohlenstoffatomen, wie beispielsweise Butansäure oder Pentansäure, weiterhin die Alkylreste einbasischer Fettsäuren auf Basis natürlicher pflanzlicher oder tierischer Öle mit 6 bis 30 Kohlenstoffatomen, insbesondere mit 8 bis 22 Kohlenstoffatomen, wie Capronsäure, Caprylsäure, Caprinsäure, Laurinsäure, Myristinsäure, Palmitinsäure, Palmitoleinsäure, Iso-stearinsäure, Stearinsäure, 12-Hydroxystearinsäure, Dihydroxystearinsäure, Ölsäure, Linolsäure, Petrolesinsäure, Elaidinsäure, Arachinsäure, Behensäure, Erucasäure, Gadoleinsäure, Linolensäure, Eicosapentaensäure, Docosahexaensäure, Arachidonsäure, welche allein oder in Mischung vorhanden sein können. Der Rest R_{a14} kann ebenfalls der Alkylrest von Polykondensationsprodukten von hydroxyfunktionalisierten Säuren, beispielsweise Poly-12-hydroxystearinsäure oder Polyricinolsäure sein.

[0038] Weiterhin Gegenstand der Erfindung sind Verbindungen der Formel I, wobei $n = o = p = 0$, $q = 1$, $W =$ Wasserstoff, $m = 2$ bis 4, bevorzugt 4, und $R_a = R_{a14}$ ist. Wobei R_{a14} wie oben definiert ist.

[0039] Weiterhin Gegenstand der Erfindung sind Verbindungen der Formel I, wobei $n = o = 0$, $W =$ Wasserstoff, $m = p = q = 1$, $B = -CH_2-CH_2OH-CH_2-O-$, und $R_a = R_{a15}$ ist. Dabei ist R_{a15} der Alkylrest von Myristinsäure oder Kokosfettsäure.

[0040] Weiterhin Gegenstand der Erfindung sind Siloxanverbindungen der allgemeinen Formel III



wobei

$n_s a + c + d + e + f + 2 = 4$ bis 850, vorzugsweise 6 bis 160,

a 1 bis 800, vorzugsweise 2 bis 150,

c 0 bis 10, vorzugsweise 0,

d 0 bis 10, vorzugsweise 0,

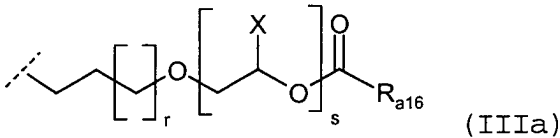
e 1 bis 400, vorzugsweise 2 bis 75,

f 0 bis 400, vorzugsweise 0 bis 75, ist,

dabei sind die Reste

R1 unabhängig voneinander gleich oder verschieden und aus folgender Gruppe: gesättigte oder ungesättigte, gegebenenfalls verzweigte Alkylgruppen mit 1 bis 30 C-Atomen, Alkarylreste mit 7 bis 30 C-Atomen, Arylreste mit 6 bis 30 C-Atomen, vorzugsweise Alkylgruppen mit 1 bis 4 C-Atomen oder Phenyl, insbesondere Methyl,

R4 unabhängig voneinander gleiche oder verschiedene Esterreste der allgemeinen Formel IIIa



wobei

r 3 und

s 0 oder

r 1 und

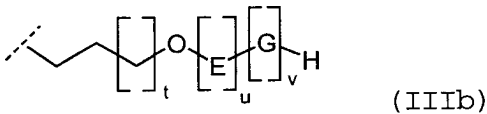
s 1 bis 100, bevorzugt 1, ist,

X unabhängig voneinander gleiche oder verschiedene Reste aus der Gruppe -H, -CH₃, -CH₂CH₃ oder -Phenyl, bevorzugt Wasserstoff und

R_{a16} die Alkylreste einbasischer Fettsäuren auf Basis natürlicher pflanzlicher oder tierischer Öle mit 6 bis 30 Kohlenstoffatomen, insbesondere mit 8 bis 22 Kohlenstoffatomen, wie Capronsäure, Caprylsäure, Caprinsäure, Laurinsäure, Myristinsäure, Palmitinsäure, Palmitoleinsäure, Isostearinsäure, Stearinsäure, 12-Hydroxystearinsäure, Dihydroxystearinsäure, Ölsäure, Linolsäure, Petroselinäure, Elaidinsäure, Arachinsäure, Behensäure, Erucasäure, Gadoleinsäure, Linolensäure, Eicosapentaensäure, Docosahexaensäure oder Arachidonsäure sind, welche allein oder in Mischung vorhanden sein können. Der Rest R_{a16} kann ebenfalls der Alkylrest von Polykondensationsprodukten von hydroxyfunktionalisierten Säuren, beispielsweise Poly12-hydroxystearinsäure oder Polyricinolsäure sein.

[0041] Weiterhin sind die Reste

R5 unabhängig voneinander gesättigte oder ungesättigte, gegebenenfalls verzweigte Alkylgruppen mit 1 bis 30 C-Atomen oder Alkarylreste mit 7 bis 30 C-Atomen, vorzugsweise Alkylgruppen mit 6 bis 22 C-Atomen, oder R5 die Reste der allgemeinen Formel IIIb

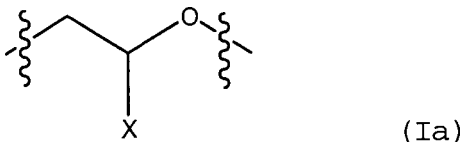


wobei

t 1 bis 28,

u 0 bis 100,

E ein Oxyalkenylrest der allg. Formel Ia

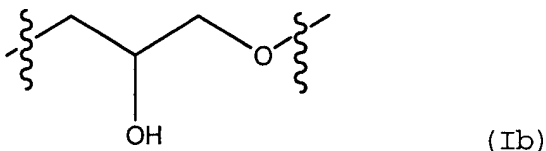


wobei

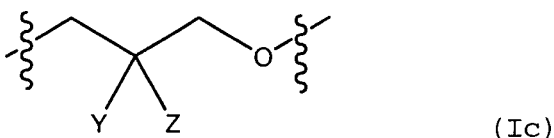
x unabhängig voneinander gleiche oder verschiedene Reste aus der Gruppe -H, -CH₃, -CH₂CH₃ oder -Phenyl, bevorzugt Wasserstoff, sind,

v 0 bis 20,

G für v = 1, ein vom Glycerin abgeleiteter Oxyalkenylrest der allg. Formel Ib



oder G der Rest der allg. Formel Ic ist,



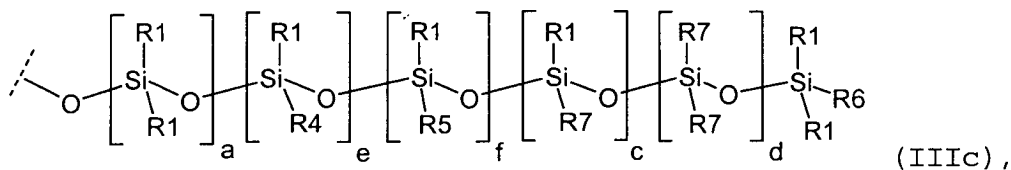
wobei

Y und Z unabhängig voneinander gleiche oder verschiedene Reste aus der Gruppe -H, -CH₃, -CH₂CH₃ oder -CH₂OH sind, oder

G für $v \geq 2$, ein vom Polyglycerin abgeleiteter Rest ist,

R6 unabhängig voneinander R1, R4 oder R5, wobei R1, R4 und R5 wie oben definiert sind,

R7 unabhängig voneinander gleiche oder verschiedene Reste der allgemeinen Formel IIIc



wobei

R1, R4, R5 und R6 wie oben definiert sind.

[0042] Insbesondere die Reste gemäß der allgemeinen Formel IIIb können Verbindungen mit

t 1 bis 28, insbesondere 1 und

u 0 bis 100, insbesondere 1 bis 20, besonders bevorzugt 1 und

v 0, oder

t 1 bis 28, insbesondere 1, und

u 0 und

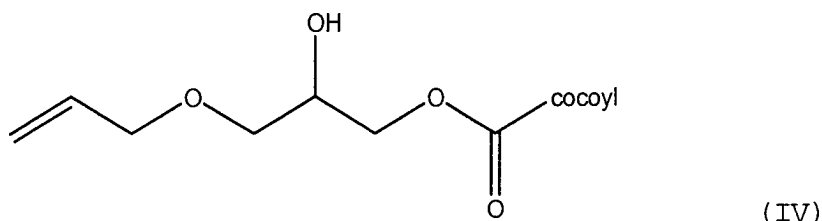
v 1 bis 20, insbesondere 1 bis 6, besonders bevorzugt 1, sein.

[0043] Die folgenden Beispiele 1, 2, 11 und 12 sind nicht erfindungsgemäß sondern illustrieren den Stand der Technik. Die Beispiele 3 bis 10 und 13 bis 20 beschreiben das Verfahren zur Herstellung der erfindungsgemäßen Verbindungen sowie deren Eigenschaften näher. Die Beispiele dienen zur Illustration des Verfahrens und sollen in keiner Weise die Anwendungsbreite der Erfindung einschränken. Ergebnisse analytischer Nachweismethoden wie ¹H, ¹³C, ²⁹Si-NMR und GPC stehen in Einklang mit den angegebenen Strukturen der Produkte.

Beispiele

Beispiel 1

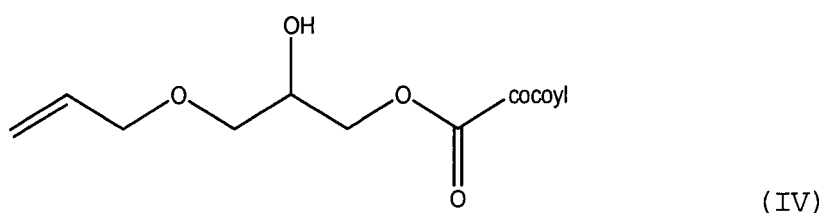
PTSA-katalysierte Synthese von 1-Allylglyceryl-kokosfettsäureester



[0044] In einem Mehrhalsrundkolben werden 185,1 g 1-Allylglycerin und 213,4 g Kokosfettsäure vorgelegt und nach Zugabe von 0,4 g para-Toluensulfonsäure (PTSA) unter Stickstoffatmosphäre auf 170 °C erhitzt. Nach 7 Stunden wird die Reaktionsmischung abgekühlt, der Katalysator mit 1,51 g einer 50 %-igen K₂CO₃-Lösung neutralisiert, das Wasser im Vakuum abdestilliert und Feststoffe abfiltriert. Das Filtrat liefert 379 g Produkt ohne weitere Aufarbeitung als leicht braune Flüssigkeit.

Beispiel 2:

Zinn(II)oxalat katalysierte Synthese von 1-Allylglyceryl-kokosfettsäureester

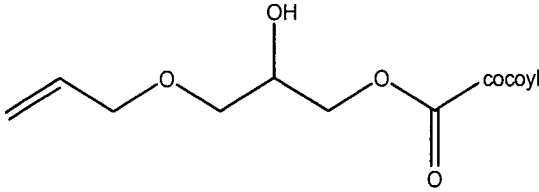


[0045] In einem Mehrhalsrundkolben werden 185,1 g 1-Allylglycerin und 213,4 g Kokosfettsäure vorgelegt

und nach Zugabe von 0,7 g Zinn(II)oxalat auf 220 °C erhitzt. Nach 4 Stunden wird die Reaktionsmischung abgekühlt und der Katalysator mit Hilfe von 2,4 g Tinex P (Goldschmidt TIB, Mannheim) abfiltriert. Das Filtrat liefert 370 g Produkt ohne weitere Aufarbeitung als leicht braune Flüssigkeit.

Beispiel 3:

Enzymatische Synthese von 1-Allylglyceryl-kokosfettsäureester

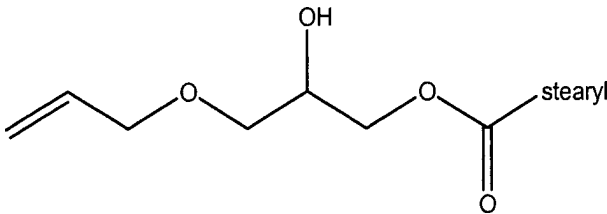


(IV)

[0046] In einem Mehrhalsrundkolben werden 185,1 g 1-Allylglycerin und 213,4 g Kokosfettsäure vorgelegt und auf 50 °C erhitzt. Nach Zugabe von 19 g Novozym 435 (immobilisierte Lipase B aus *C. antarctica*, bezogen von Novozymes A/S, Bagsvaerd, Dänemark) wird Vakuum angelegt (20 mbar) und das Reaktionswasser abdestilliert. Nach 7 Stunden wird das immobilisierte Enzym abfiltriert. Das Filtrat liefert 379 g Produkt ohne weitere Aufarbeitung als farblose Flüssigkeit.

Beispiel 4:

Enzymatische Synthese von 1-Allylglyceryl-stearinsäureester

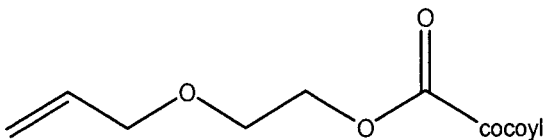


(V)

[0047] In einem Mehrhalsrundkolben werden 158,6 g 1-Allylglycerin und 237 g Stearinsäure vorgelegt und auf 60 °C erhitzt. Nach Zugabe von 19 g Lipozym RM IM (Immobilisierte Lipase aus *Mucor miehei*, Novozymes A/S) wird Vakuum angelegt (20 mbar) und das Reaktionswasser abdestilliert. Nach 48 Stunden wird das immobilisierte Enzym abfiltriert. Das Filtrat liefert 382 g Produkt ohne weitere Aufarbeitung als farblose Flüssigkeit.

Beispiel 5:

Enzymatische Synthese von Allyloxyethanol-kokosfettsäureester



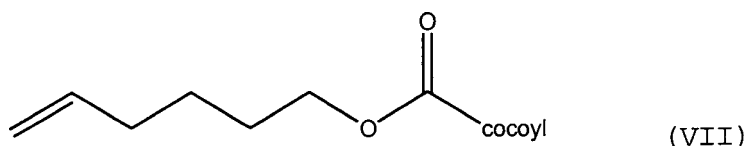
(VI)

[0048] In einem Mehrhalsrundkolben werden 134,8 g Allyloxyethanol und 243,9 g Kokosfettsäure vorgelegt und auf 40 °C erhitzt. Nach Zugabe von 18 g Novozym 435 wird Vakuum angelegt (20 mbar) und das Reaktionswasser abdestilliert. Nach 10 Stunden wird das immobilisierte Enzym abfiltriert. Das Filtrat liefert 344 g Produkt ohne weitere Aufarbeitung als farblose Flüssigkeit.

Beispiel 6:

[0049]

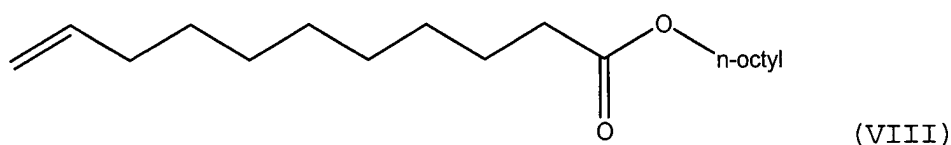
Enzymatische Synthese von Kokosfettsäurehexenylester



[0050] In einem Mehrhalsrundkolben werden 140,0 g Hex-5-en-1-ol und 258,1 g Kokosfettsäure vorgelegt und auf 60 °C erhitzt. Nach Zugabe von 19 g Novozym 435 wird Vakuum angelegt (20 mbar) und das Reaktionswasser abdestilliert. Nach 7 Stunden wird das immobilisierte Enzym abfiltriert. Das Filtrat liefert 360 g Produkt ohne weitere Aufarbeitung als farblose Flüssigkeit.

Beispiel 7:

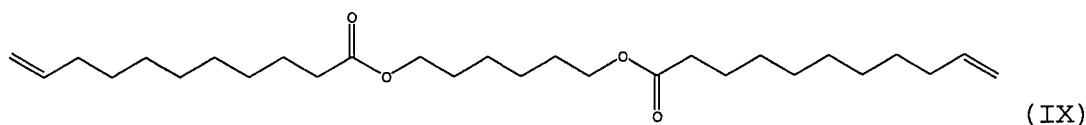
Enzymatische Synthese von Undecylensäureoctylester



[0051] In einem Mehrhalsrundkolben werden 82 g 1-Octanol und 124,9 g Undecylensäuremethylester vorgelegt und auf 60 °C erhitzt. Nach Zugabe von 10 g Novozym 435 wird Vakuum angelegt (20 mbar) und das freiwerdende Methanol abdestilliert. Nach 6 Stunden wird das immobilisierte Enzym abfiltriert. Das Filtrat liefert 186 g Produkt ohne weitere Aufarbeitung als farblose Flüssigkeit.

Beispiel 8:

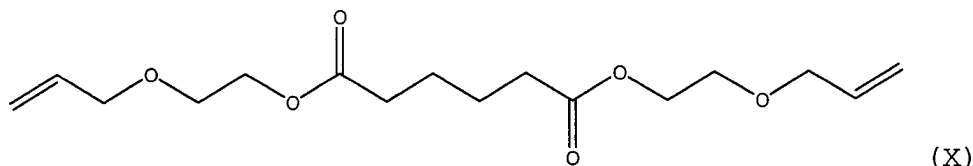
2 eq. 1,6-Hexandioldiundecylenat



[0052] In einem Mehrhalsrundkolben werden 44,9 g 1,6-Hexandiol und 150,7 g Undecylensäuremethylester vorgelegt und auf 60 °C erhitzt. Nach Zugabe von 9,8 g Novozym 435 wird Vakuum angelegt (20 mbar) und das freiwerdende Methanol abdestilliert. Nach 6 Stunden wird das immobilisierte Enzym abfiltriert. Das Filtrat liefert 171 g Produkt ohne weitere Aufarbeitung als farblose Flüssigkeit.

Beispiel 9:

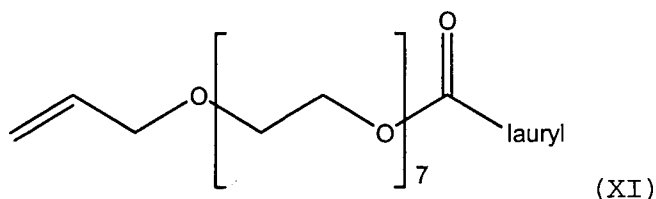
Adipinsäurediallyloxyethylester



[0053] In einem Mehrhalsrundkolben werden 125,6 g Adipinsäure und 210,7 g Allyloxyethanol vorgelegt und auf 60 °C erhitzt. Nach Zugabe von 15,9 g Novozym 435 wird Vakuum angelegt (20 mbar) und das freiwerdende Wasser abdestilliert. Nach 8 Stunden wird das immobilisierte Enzym abfiltriert. Das Filtrat liefert 270 g Produkt ohne weitere Aufarbeitung als farblose Flüssigkeit.

Beispiel 10:

Allylpolyethylenglycol-7-laurat

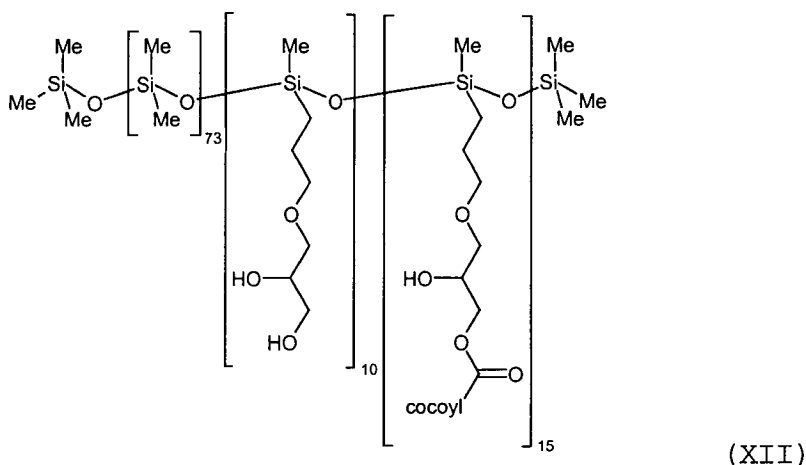


[0054] In einem Mehrhalsrundkolben werden 200,4 g Allylpolyethylenglycol-7 und 100,2 g Laurinsäure vorgelegt und auf 60 °C erhitzt. Nach Zugabe von 15 g Novozym 435 wird Vakuum angelegt (20 mbar) und das freiwerdende Wasser abdestilliert. Nach 8 Stunden wird das immobilisierte Enzym abfiltriert. Das Filtrat liefert 291 g Produkt ohne weitere Aufarbeitung als farblose Flüssigkeit.

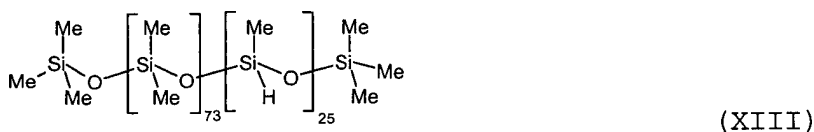
Beispiel 11:

Versuch zur Hydrosilylierung des Reaktionsproduktes von Beispiel 1

Hergestellt werden soll ein Polysiloxan der allgemeinen Formel XII:



[0055] In einem Vierhalskolben, versehen mit Rührer, Tropftrichter, Thermometer und Rückflusskühler, werden 8,5 g (64 mmol) Glycerinmonoallylether, 31,5 g (96 mmol) des Glycerinmonoallyletherkokosfettsäureesters aus Beispiel 1 und 10 ppm Karstedt-Katalysator vorgelegt und auf 95 °C erhitzt. 34,1 g (123 mmol SiH) eines SiH-Siloxans der allgemeinen Formel XIII:



werden zugetropft und der Ansatz bei 95 °C gerührt. Der Ansatz vergelt sehr schnell, woraufhin die Reaktion abgebrochen wird.

Beispiel 12:

Versuch zur Hydrosilylierung des Reaktionsproduktes von Beispiel 2

Hergestellt werden soll ein Polysiloxan der allgemeinen Formel XII:

[0056] In einem Vierhalskolben, versehen mit Rührer, Tropftrichter, Thermometer und Rückflusskühler, werden 8,5 g (64 mmol) Glycerinmonoallylether, 31,5 g (96 mmol) des Glycerinmonoallyletherkokosfettsäureesters aus Beispiel 2 und 10 ppm Karstedt-Katalysator vorgelegt und auf 95 °C erhitzt. 34,1 g (123 mmol SiH) eines SiH-Siloxans der allgemeinen Formel XIII werden zugetropft und der Ansatz bei 95 °C gerührt. Der

Ansatz vergelt sehr schnell, woraufhin die Reaktion abgebrochen wird.

Beispiel 13:

Hydrosilylierung des Reaktionsproduktes von Beispiel 3

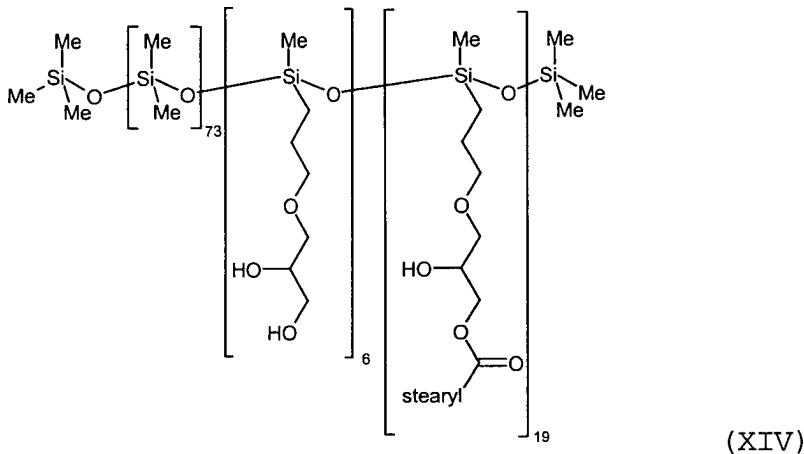
Herstellung eines erfindungsgemäßen Polysiloxans der allgemeinen Formel XII:

[0057] In einem Vierhalskolben, versehen mit Rührer, Tropftrichter, Thermometer und Rückflusskühler, werden 8,5 g (64 mmol) Glycerinmonoallylether, 31,5 g (96 mmol) des Glycerinmonoallyletherkokosfettsäureesters aus Beispiel 3 und 10 ppm Karstedt-Katalysator vorgelegt und auf 95 °C erhitzt. 34,1 g (123 mmol SiH) eines SiH-Siloxans der allgemeinen Formel XIII werden zugetropft und der Ansatz für 1 h bei 95 °C gerührt. Laut SiH-Wert-Bestimmung wird ein vollständiger Umsatz des SiH-Siloxans erhalten. Flüchtige Anteile werden anschließend im Vakuum bei 110 °C abdestilliert. Es wird ein viskoses, leicht trübes, schwach gelbes Produkt erhalten.

Beispiel 14:

Hydrosilylierung des Reaktionsproduktes von Beispiel 4

Herstellung eines erfindungsgemäßen Polysiloxans der allgemeinen Formel XIV:

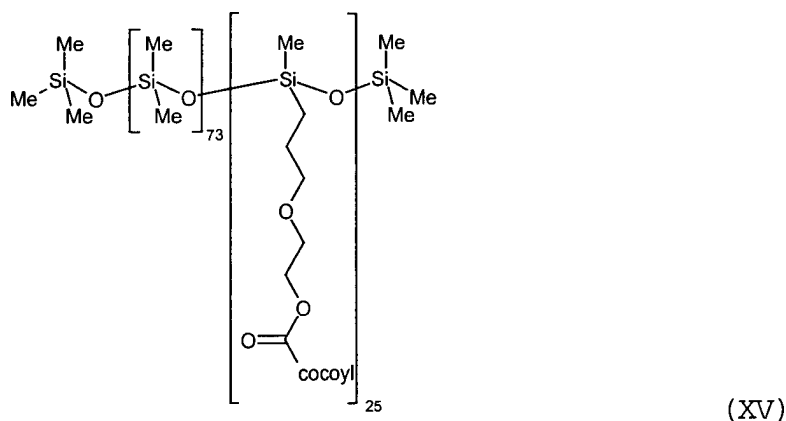


[0058] In einem Vierhalskolben, versehen mit Rührer, Tropftrichter, Thermometer und Rückflusskühler, werden 20,6 g (156 mmol) Glycerinmonoallylether, 203,9 g (494 mmol) des Glycerinmonoallyletherstearinsäureesters aus Beispiel 4 und 10 ppm Karstedt-Katalysator vorgelegt und auf 90 °C erhitzt. 142,5 g (500 mmol SiH) eines SiH-Siloxans der allgemeinen Formel XIII werden zugetropft und der Ansatz für 1,5 h bei 90 °C gerührt. Laut SiH-Wert-Bestimmung wird ein vollständiger Umsatz des SiH-Siloxans erhalten. Flüchtige Anteile werden anschließend im Vakuum bei 100 °C abdestilliert. Es wird ein hell-gelbes, wachstartig festes Produkt erhalten.

Beispiel 15:

Hydrosilylierung des Reaktionsproduktes von Beispiel 5

Herstellung eines erfindungsgemäßen Polysiloxans der allgemeinen Formel XV:

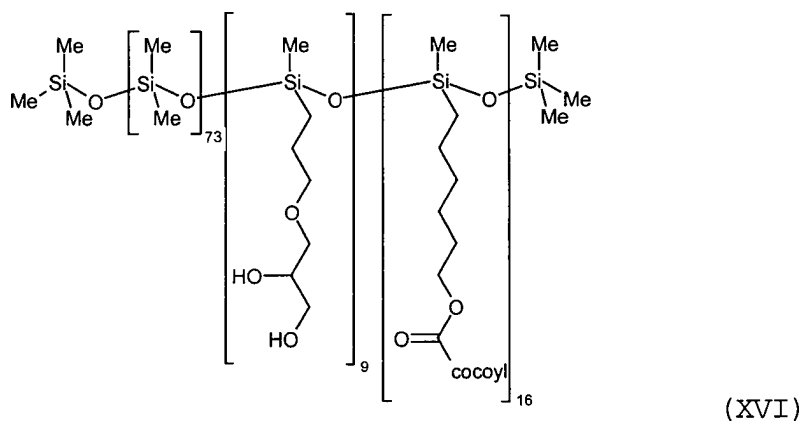


[0059] In einem Vierhalskolben, versehen mit Rührer, Tropftrichter, Thermometer und Rückflusskühler, werden 29,1 g (100 mmol) des Allyloxyethanolkokosfettsäureesters aus Beispiel 5 und 10 ppm Karstedt-Katalysator vorgelegt und auf 95 °C erhitzt. 22,2 g (77 mmol SiH) eines SiH-Siloxans der allgemeinen Formel XIII werden zugetropft und der Ansatz für 1 h bei 95 °C gerührt. Laut SiH-Wert-Bestimmung wird ein vollständiger Umsatz des SiH-Siloxans erhalten. Flüchtige Anteile werden anschließend im Vakuum bei 110 °C abdestilliert. Es wird ein leicht viskoses, schwach gelbes Produkt erhalten.

Beispiel 16:

Hydrosilylierung des Reaktionsproduktes von Beispiel 6

Herstellung eines erfindungsgemäßen Polysiloxans der allgemeinen Formel XVI:

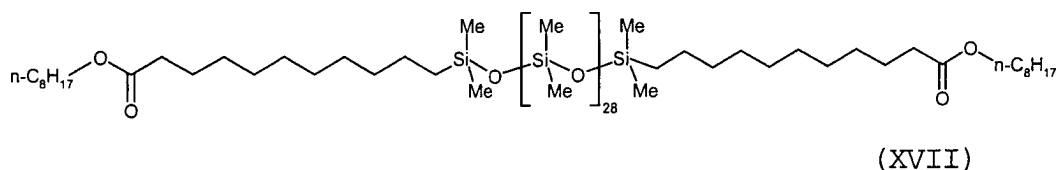


[0060] In einem Vierhalskolben, versehen mit Rührer, Tropftrichter, Thermometer und Rückflusskühler, werden 6,2 g (47 mmol) Glycerinmonoallylether, 23,6 g (83 mmol) des Kokosfettsäurehex-5-en-1-olesters aus Beispiel 6 und 10 ppm Karstedt-Katalysator vorgelegt und auf 95 °C erhitzt. 28,9 g (100 mmol SiH) eines SiH-Siloxans der allgemeinen Formel XIII werden zugetropft und der Ansatz für 1 h bei 95 °C gerührt. Laut SiH-Wert-Bestimmung wird ein vollständiger Umsatz des SiH-Siloxans erhalten. Flüchtige Anteile werden anschließend im Vakuum bei 110 °C abdestilliert. Es wird ein viskoses, leicht trübes, fast farbloses Produkt erhalten.

Beispiel 17:

Hydrosilylierung des Reaktionsproduktes von Beispiel 7

Herstellung eines erfindungsgemäßen Polysiloxans der allgemeinen Formel XVII:



[0061] In einem Vierhalskolben, versehen mit Rührer, Tropftrichter, Thermometer und Rückflusskühler, werden 19,2 g (65 mmol) des Undecylensäureoctylesters aus Beispiel 7 und 10 ppm Karstedt-Katalysator vorgelegt und auf 95 °C erhitzt. 57,2 g (50 mmol SiH) eines SiH-Siloxans der allgemeinen Formel XVIII:

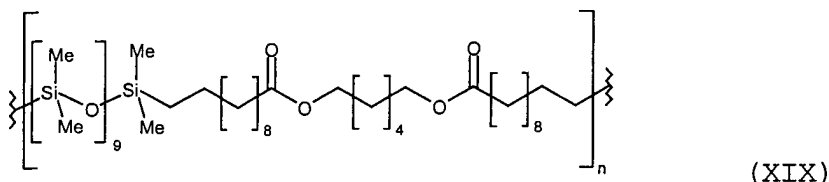


werden zugetropft und der Ansatz für 2 h bei 95 °C gerührt. Laut SiH-Wert-Bestimmung wird ein vollständiger Umsatz des SiH-Siloxans erhalten. Flüchtige Anteile werden anschließend im Vakuum bei 110 °C abdestilliert. Es wird eine klare, fast farblose Flüssigkeit erhalten.

Beispiel 18:

Hydrosilylierung des Reaktionsproduktes von Beispiel 8

Herstellung eines erfindungsgemäßen Polysiloxan-Copolymers der allgemeinen Formel XIX:



[0062] In einem Vierhalskolben, versehen mit Rührer, Tropftrichter, Thermometer und Rückflusskühler, werden 41,2 g (91 mmol) des 1,6-Hexandiol-undecylensäurediesters aus Beispiel 8 und 15 ppm cis-Platin-Katalysator vorgelegt und auf 120 °C erhitzt. 46,6 g (140 mmol SiH) eines SiH-Siloxans der allgemeinen Formel XX:

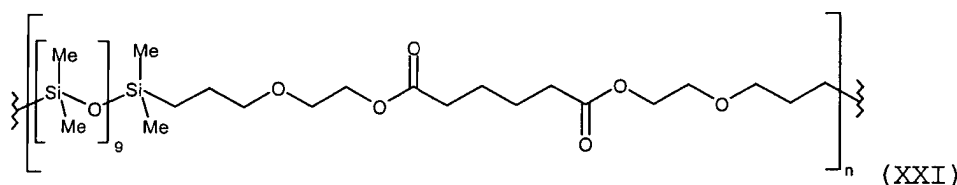


werden innerhalb von 10 min zugetropft und der Ansatz für 1 h bei 120 °C gerührt. Laut SiH-Wert-Bestimmung wird ein vollständiger Umsatz des SiH-Siloxans erhalten. Es wird ein leicht opakes, leicht gelbes Öl erhalten. Molgewichtsverteilung laut GPC: $M_w = 12319$, $M_n = 4672$.

Beispiel 19:

Hydrosilylierung des Reaktionsproduktes von Beispiel 9

Herstellung eines erfindungsgemäßen Polysiloxan-Copolymers der allgemeinen Formel XXI:

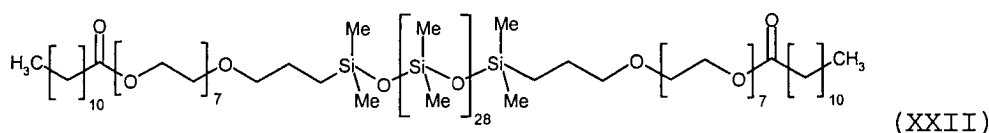


[0063] In einem Vierhalskolben, versehen mit Rührer, Tropftrichter, Thermometer und Rückflusskühler, werden 40,7 g (130 mmol) des Adipinsäure-allyloxyethanoldiesters aus Beispiel 9 und 5 ppm cis-Platin-Katalysator vorgelegt und auf 95 °C erhitzt. 66,6 g (200 mmol SiH) eines SiH-Siloxans der allgemeinen Formel XX werden innerhalb von 10 min zugetropft und der Ansatz für 1 h bei 95 °C gerührt. Laut SiH-Wert-Bestimmung wird ein vollständiger Umsatz des SiH-Siloxans erhalten. Es wird ein leicht opakes, leicht gelbes Öl erhalten. Molgewichtsverteilung laut GPC: $M_w = 8633$, $M_n = 3265$.

Beispiel 20:

Hydrosilylierung des Reaktionsproduktes von Beispiel 10

Herstellung eines erfindungsgemäßen Polysiloxans der allgemeinen Formel XXII:

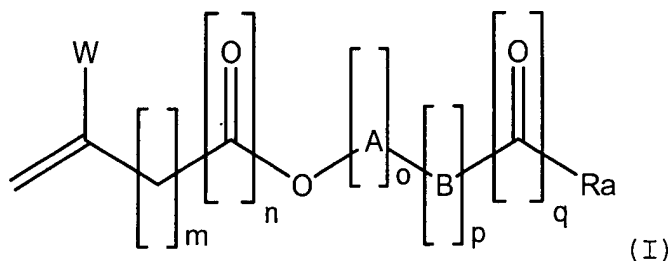


[0064] In einem Vierhalskolben, versehen mit Rührer, Tropftrichter, Thermometer und Rückflusskühler, werden 57,1 g (50 mmol SiH) eines SiH-Siloxans der allgemeinen Formel XVIII und 10 ppm Karstedt-Katalysator vorgelegt und auf 90 °C erhitzt. 38,4 g (130 mmol) des Allylpolyetherlaurats aus Beispiel 10 werden zugetropft und der Ansatz für 1 h bei 90 °C gerührt. Laut SiH-Wert-Bestimmung wird ein vollständiger Umsatz des SiH-Siloxans erhalten. Es wird eine leicht opake, fast farblose Flüssigkeit erhalten.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von mit organischen Estern modifizierten Siloxanen durch Hydrosilylierung von Siloxanen mit terminal ungesättigten Estern, **dadurch gekennzeichnet**, dass die eingesetzten terminal ungesättigten Ester unter Verwendung mindestens eines Enzyms als Katalysator hergestellt werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass Ester der allgemeinen Formel I verwendet werden,



wobei

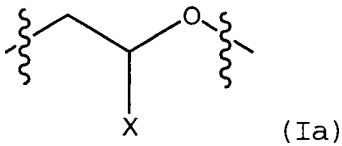
W Wasserstoff oder Methyl, bevorzugt Wasserstoff,

m 0 bis 28, bevorzugt 1 bis 17,

n 0 oder 1,

o 0 bis 100, ist,

A ein Oxyalkenylrest der allg. Formel Ia

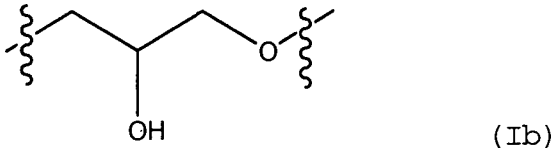


ist, wobei

X unabhängig voneinander gleiche oder verschiedene Reste aus der Gruppe -H, -CH₃, -CH₂CH₃ oder -Phenyl, bevorzugt Wasserstoff, ist,

p 0 bis 20,

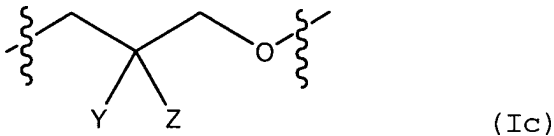
B für p = 1, ein von Glycerin abgeleiteter, gegebenenfalls mit R_b veresterter, Oxyalkenylrest der allg. Formel Ib ist,



wobei

R_b der Acylrest linearer, verzweigter, gesättigter oder ungesättigter, gegebenenfalls zusätzliche Hydroxygruppen tragender Carbonäuren mit 2 bis 30 C-Atomen ist, oder

B für p = 1, der Rest der allg. Formel Ic ist,



wobei

Y und Z unabhängig voneinander gleiche oder verschiedene Reste aus der Gruppe -H, -CH₃, -CH₂CH₃, -CH₂OH oder -CH₂OR_b sind,

wobei

R_b wie oben definiert ist, oder

B für p ≥ 2, ein vom Polyglycerin abgeleiteter, gegebenenfalls mit R_b veresterter, Rest ist,

wobei

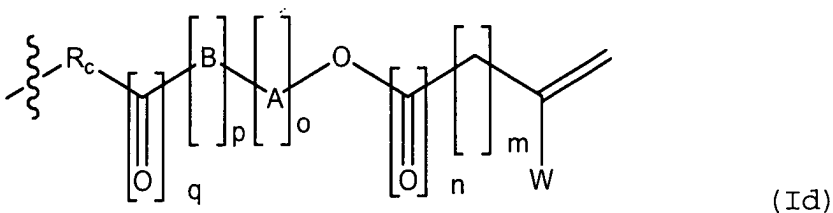
R_b wie oben definiert ist,

R_a Wasserstoff, R_{a1} oder R_{a2} ist,

wobei

R_{a1} ein linearer oder verzweigter, gesättigter oder ungesättigter, gegebenenfalls Hydroxygruppen tragender, gegebenenfalls mit Carbonsäuren veresterter Hydroxygruppen tragender, gegebenenfalls Amino-, Alkylamino- oder Dialkylaminogruppen tragender Alkylrest mit 1 bis 200 C-Atomen,

R_{a2} der Rest der allgemeinen Formel Id ist



und

R_c ein gesättigter oder ungesättigter difunktionaler Kohlenwasserstoffrest mit 2 bis 20 C-Atomen ist,

wobei

n + q = 1, ist und wenn

R_a Wasserstoff ist

q 0 und

o + p ≥ 1, ist.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass Ester der allgemeinen Formel I verwendet werden,

wobei

n, o, p 0,

W Wasserstoff,

m 1 bis 28, bevorzugt 1 bis 4,

q 1,

$R_a, R_{a1} = R_{a11}$ oder $R_a = R_{a2}$ ist,

wobei

R_{a2} wie in Anspruch 2 definiert ist, und

R_{a11} den von handelsüblichen Säuren, wie beispielsweise Essigsäure, Propansäure, Butansäure, Pentansäure, Chloressigsäure, Trifluoressigsäure, Ethylhexansäure, Isononansäure, Isotridecansäure oder Isostearinsäure abgeleiteten Alkylrest oder den von einbasischen Fettsäuren auf Basis natürlicher pflanzlicher oder tierischer Öle mit 6 bis 30 Kohlenstoffatomen, insbesondere mit 8 bis 22 Kohlenstoffatomen, wie Capronsäure, Caprylsäure, Caprinsäure, Laurinsäure, Myristinsäure, Palmitinsäure, Palmitoleinsäure, Isostearinsäure, Stearinsäure, 12-Hydroxystearinsäure, Dihydroxystearinsäure, Ölsäure, Linolsäure, Petroselininsäure, Elaidinsäure, Arachinsäure, Behensäure, Erucasäure, Gadoleinsäure, Linolensäure, Eicosapentaensäure, Docosahexaensäure, Arachidonsäure, welche allein oder in Mischung eingesetzt werden können, abgeleiteten Alkylrest oder den von Polykondensationsprodukten von hydroxyfunktionalisierten Säuren, beispielsweise Poly-12-hydroxystearinsäure oder Polyricinolsäure, abgeleiteten Alkylrest darstellt.

4. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass Ester der allgemeinen Formel I verwendet werden,

wobei

n, p 0,

W Wasserstoff,

m 1 bis 28, bevorzugt 1 bis 4, insbesondere 1,

o 1 bis 100, insbesondere 1,

q 1, ist,

$R_a, R_{a1} = R_{a11}$ oder $R_a = R_{a2}$ ist, wobei R_{a11} wie in Anspruch 3 definiert ist.

5. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass Ester der allgemeinen Formel I verwendet werden,

wobei

n, o 0,

W Wasserstoff,

m 1 bis 28, bevorzugt 1 bis 4, insbesondere 1,

B $-\text{CH}_2-\text{CH}_2\text{OH}-\text{CH}_2-\text{O}-$ oder $-\text{CH}_2-\text{CH}_2\text{OR}_b-\text{CH}_2-\text{O}-$, wobei R_b wie in Anspruch 2 definiert ist,

p 1 bis 20, bevorzugt 1,

q 1, ist,

$R_a, R_{a1} = R_{a11}$ oder $R_a = R_{a2}$ ist, wobei R_{a11} wie in Anspruch 3 definiert ist.

6. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass Ester der allgemeinen Formel I verwendet werden,

wobei

n, o 0,

W Wasserstoff,

m 1 bis 28, bevorzugt 1 bis 4, insbesondere 1,

B $-\text{CH}_2-\text{CH}_2\text{YZ}-\text{CH}_2-\text{O}-$,

p q = 1

$R_a, R_{a1} = R_{a11}$ oder $R_a = R_{a2}$,

wobei

R_{a11} wie in Anspruch 3 definiert ist.

7. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass Ester der allgemeinen Formel I verwendet werden,

wobei

n 1,

W Wasserstoff oder CH_3 , bevorzugt Wasserstoff,

m 0 bis 27, bevorzugt 1 bis 10,

o, p 0,

$R_a, R_{a1} = R_{a12}$ oder $R_a = R_{a2}$, ist,

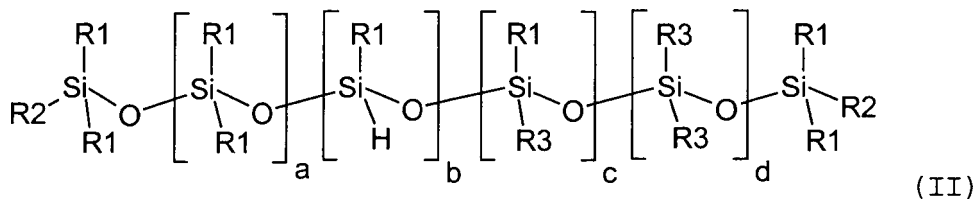
wobei

R_{a12} der Kohlenwasserstoffrest eines substituierten oder unsubstituierten, gegebenenfalls verzweigten, gegebenenfalls eine oder mehrere Mehrfachbindung(en) enthaltenden, gegebenenfalls Hydroxygruppen, gegebenenfalls mit Carbonsäuren veresterte Hydroxygruppen, gegebenenfalls Amino-, Alkylamino- oder Dialkylaminogruppen tragenden Alkohols mit 2 bis 30 C-Atomen, bevorzugt mit 6 bis 22 C-Atomen, ist.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass zur Herstellung der Ester statt der Säuren die entsprechenden Ester leichtflüchtiger Alkohole zu einer Umesterung eingesetzt werden, bevorzugt Methyl-, Ethyl- und Vinylester.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass Enzyme aus der Gruppe der hydrolytischen Enzyme, z. B. Lipasen, Esterasen oder Proteasen, vorzugsweise Lipasen, besonders bevorzugt Lipase B aus *Candida antarctica*, verwendet werden.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass als SiH-Polysiloxan eine Verbindung der allgemeinen Formel II



eingesetzt wird, wobei

$n_s a + b + c + d + 2 = 4$ bis 850, vorzugsweise 6 bis 160,

a 1 bis 800, vorzugsweise 2 bis 150,

b 1 bis 400, vorzugsweise 2 bis 75,

c 0 bis 10, vorzugsweise 0,

d 0 bis 10, vorzugsweise 0, ist, und

worin die Reste

R_1 unabhängig voneinander gleich oder verschieden und aus folgender Gruppe sind: gesättigte oder ungesättigte, gegebenenfalls verzweigte Alkylgruppen mit 1 bis 30 C-Atomen, Alkarylreste mit 7 bis 30 C-Atomen, Arylreste mit 6 bis 30 C-Atomen, vorzugsweise Alkylgruppen mit 1 bis 4 C-Atomen oder Phenyl, insbesondere Methyl;

R_2 unabhängig voneinander Wasserstoff oder R_1 ;

R_3 unabhängig voneinander gleiche oder verschiedene Reste der allgemeinen Formel Iia, sind.

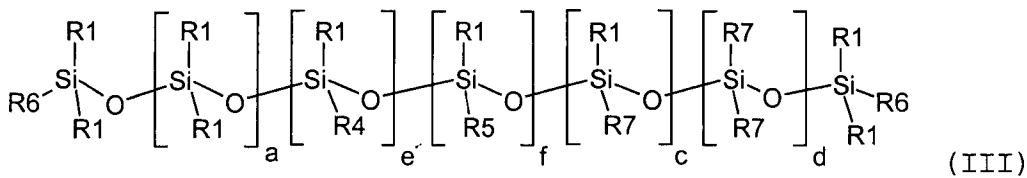
11. Verbindungen der allgemeinen Formel I, dadurch gekennzeichnet, dass $n = p = 0$, $W = X =$ Wasserstoff, $m = o = q = 1$ und $R_a = R_{a13}$ ist, wobei R_{a13} der Alkylrest einbasischer Fettsäuren auf Basis natürlicher pflanzlicher oder tierischer Öle mit 8 bis 16 Kohlenstoffatomen, welche allein oder in Mischung vorhanden sein können, oder der Alkylrest von Isononansäure (3,5,5-Trimethylhexansäure), 2-Ethylhexansäure, Ricinolsäure, 12-Hydroxystearinsäure, Polyricinolsäure oder Poly-12-hydroxystearinsäure ist.

12. Verbindungen der allgemeinen Formel I, dadurch gekennzeichnet, dass $n = p = 0$, $W =$ Wasserstoff, $X =$ Wasserstoff oder Methyl, bevorzugt Wasserstoff, $m = q = 1$, $o = 2$ bis 100, bevorzugt 3 bis 100, und $R_a = R_{a14}$ ist, wobei R_{a14} der Alkylrest von handelsüblichen Säuren mit 4 bis 30 Kohlenstoffatomen oder von einbasischen Fettsäuren auf Basis natürlicher pflanzlicher oder tierischer Öle mit 6 bis 30 Kohlenstoffatomen, welche allein oder in Mischung vorhanden sein können, oder von Polykondensationsprodukten von hydroxyfunktionalisierten Säuren ist.

13. Verbindungen der allgemeinen Formel I, dadurch gekennzeichnet, dass $n = o = p = 0$, $q = 1$, $W =$ Wasserstoff, $m = 2$ bis 4, bevorzugt 4, und $R_a = R_{a14}$ ist, wobei R_{a14} der Alkylrest von handelsüblichen Säuren mit 4 bis 30 Kohlenstoffatomen oder von einbasischen Fettsäuren auf Basis natürlicher pflanzlicher oder tierischer Öle mit 6 bis 30 Kohlenstoffatomen, welche allein oder in Mischung vorhanden sein können, oder von Polykondensationsprodukten von hydroxyfunktionalisierten Säuren ist.

14. Verbindungen der allgemeinen Formel I, dadurch gekennzeichnet, dass $n = o = 0$, $W =$ Wasserstoff, $m = p = q = 1$, $B = -CH_2-CH_2OH-CH_2-O-$, und $R_a = R_{a15}$ ist, wobei R_{a15} der Alkylrest von Myristinsäure oder Kokosfettsäure ist.

15. Verbindungen der allgemeinen Formel III,



dadurch gekennzeichnet, dass

$n_s a + c + d + e + f + 2 = 4$ bis 850, vorzugsweise 6 bis 160,

a 1 bis 800, vorzugsweise 2 bis 150,

c 0 bis 10, vorzugsweise 0,

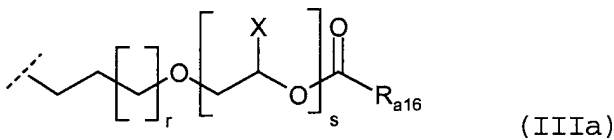
d 0 bis 10, vorzugsweise 0,

e 1 bis 400, vorzugsweise 2 bis 75 und

f 0 bis 400, vorzugsweise 0 bis 75 ist, sowie die Reste

R1 unabhängig voneinander gleich oder verschieden und aus der Gruppe der gesättigten oder ungesättigten, gegebenenfalls verzweigten Alkylgruppen mit 1 bis 30 C-Atomen, Alkarylreste mit 7 bis 30 C-Atomen, Arylreste mit 6 bis 30 C-Atomen, vorzugsweise Alkylgruppen mit 1 bis 4 C-Atomen oder Phenyl, sind,

R4 unabhängig voneinander gleiche oder verschiedene Esterreste der allgemeinen Formel IIIa



mit

r 1 und

s 1 oder

r 3 und

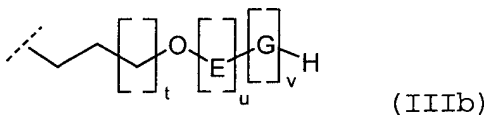
s 0 und

X unabhängig voneinander gleiche oder verschiedene Reste aus der Gruppe -H, -CH₃, -CH₂CH₃ oder -Phenyl, bevorzugt Wasserstoff, sind,

R_{a16} die Alkylreste einbasischer Fettsäuren auf Basis natürlicher pflanzlicher oder tierischer Öle mit 6 bis 30 Kohlenstoffatomen, insbesondere mit 8 bis 22 Kohlenstoffatomen, sind,

R5 unabhängig voneinander gesättigte oder ungesättigte, gegebenenfalls verzweigte Alkylgruppen mit 1 bis 30 C-Atomen oder Alkarylreste mit 7 bis 30 C-Atomen, vorzugsweise Alkylgruppen mit 6 bis 22 C-Atomen oder

R5 die Reste der allgemeinen Formel IIIb sind



mit

t 1 bis 28,

u 0 bis 100,

E ein Oxyalkenylrest der allg. Formel Ia,

v 0 bis 20,

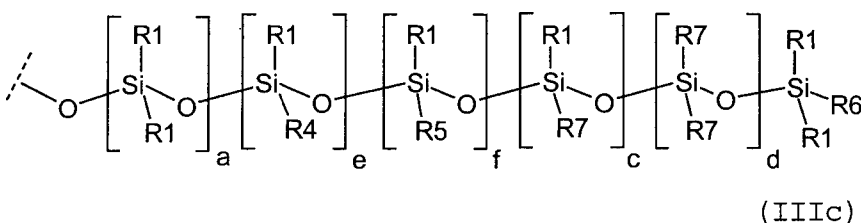
G für v = 1, ein vom Glycerin abgeleiteter Oxyalkenylrest der allg. Formel Ib oder G für v = 1 der Rest der allg. Formel Ic mit

Y und Z unabhängig voneinander gleiche oder verschiedene Reste aus der Gruppe -H, -CH₃, -CH₂CH₃ oder -CH₂OH sind,

oder G für v ≥ 2 ein von Polyglycerin abgeleiteter Rest ist,

R6 unabhängig voneinander R1, R4 oder R5 sind, wobei R1, R4 und R5 wie oben definiert sind,

R7 unabhängig voneinander gleiche oder verschiedene Reste der allgemeinen Formel IIIc sind,



wobei

R1, R4, R5 und R6 wie oben definiert sind.

16. Verbindungen gemäß Anspruch 15,
wobei
t 1 bis 28, insbesondere 1 und
u 0 bis 100, insbesondere 1 bis 20, besonders bevorzugt 1 und
v 0,
ist.

17. Verbindungen gemäß Anspruch 15,
wobei
t 1 bis 28, insbesondere 1 und
u 0 und
v 1 bis 20, insbesondere 1 bis 6, besonders bevorzugt 1, ist.

18. Verbindungen die nach einem Verfahren gemäß mindestens einem der Ansprüche 1 bis 10 hergestellt werden.

Es folgt kein Blatt Zeichnungen