



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2004 056 395 A1** 2006.06.01

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2004 056 395.0**

(22) Anmeldetag: **23.11.2004**

(43) Offenlegungstag: **01.06.2006**

(51) Int Cl.⁸: **C08G 77/24** (2006.01)

C07F 7/18 (2006.01)

C09D 183/08 (2006.01)

(71) Anmelder:

Clariant GmbH, 65929 Frankfurt, DE

(72) Erfinder:

Raab, Klaus, Dr., 84508 Burgkirchen, DE

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

FR 11 45 324 A

GB 12 67 224 A

GB 12 32 874 A

US 58 00 926 A

US 54 42 011 A

US 36 77 977 A

US 34 22 060 A

US 32 43 409 A

US 64 69 120 B1

EP 02 97 515 A1

EP 12 17 119 B1

WO 04/0 96 914 A1

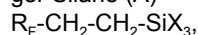
**J. Polym. Sci. Part C: Polym. Lett., 1989, Bd. 27,
H. 7, S. 229-134;**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Neue Fluorsilankondensationsprodukte, deren Herstellung und Verwendung zur Oberflächenmodifizierung**

(57) Zusammenfassung: Gegenstand der Erfindung sind Verbindungen, herstellbar durch die Umsetzung fluorhaltiger Silane (A)



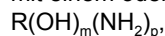
worin

R_F einen perfluorierten oder teilfluorierten Alkylrest,

X Cl oder $\text{O-C}_n\text{H}_{2n+1}$ und

n eine ganze Zahl von 1 bis 20 bedeuten,

mit einem oder mehreren Alkoholen der Formel (B)



worin

R für einen C- und H-haltigen organischen Rest steht und

für m und p entweder

a) $m \geq 2$ und $p = 0$ oder

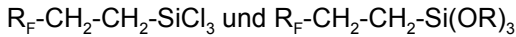
b) $m \geq 1$ und $p \geq 1$ gilt.

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft neue Fluorsilankondensationsprodukte, ein Verfahren zu deren Herstellung sowie deren Verwendung. Diese erfindungsgemäßen Kondensationsprodukte sind herstellbar durch Kondensation von fluorhaltigen Silanen und mehrfach funktionalisierten Alkoholen.

Stand der Technik

[0002] Fluorsilane vom Typ

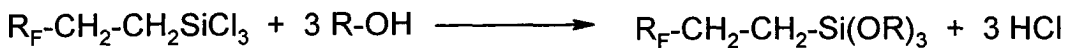
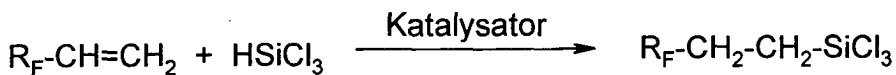


mit

R_F = fluorierter Alkylrest, wie C_nF_{2n+1}

R = Alkylrest, wie C_nH_{2n+1}

sind seit langem bekannt und können durch Hydrosilylierung von $R_F\text{-CH=CH}_2$ mit HSiCl_3 oder HSi(OR)_3 hergestellt werden. Die Verbindungen vom Typ $R_F\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-Si(OR)}_3$ lassen sich auch durch Alkohololyse von $R_F\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-SiCl}_3$ mit einwertigen Alkoholen $R\text{-OH}$ gewinnen.



[0003] JP-50 097 616 beschreibt die H_2PtCl_6 -katalysierte Hydrosilylierung von $\text{C}_6\text{F}_{13}\text{-CH=CH}_2$ und HSiCl_3 sowie die nachfolgende Reaktion mit Ethanol zu $\text{C}_6\text{F}_{13}\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-Si(O-C}_2\text{H}_5)_3$.

[0004] JP-11 189 597 und EP-838 467 offenbaren analoge Pt(O) -katalysierte Hydrosilylierungen.

[0005] JP-09 169 779 und JP-11 189 599 beschreiben Alkoholysereaktionen von $R_F\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-SiCl}_3$ mit einwertigen Alkoholen und JP-10 167 767 das Alkoholysereaktion mit Etheralkoholen wie Methylglykol.

[0006] Einen allgemeinen Überblick über Hydrosilylierungsprodukte und deren Folgechemie gibt beispielsweise J. L. Speier, *Advances in Organometallic Chemistry*, Vol. 17 (1979), 407.

Aufgabenstellung

[0007] Aufgabe vorliegender Erfindung war es, gut wirksame Beschichtungsmaterialien für die Hydrophob-/Oleophobausrüstung von Oberflächen bereitzustellen. Diese Beschichtungsmaterialien sollten hinreichend wasserlöslich sein, um ihre wasserbasierende Anwendung zu ermöglichen, und es sollte sich um möglichst wenig flüchtige Verbindungen handeln.

[0008] Überraschenderweise wurde gefunden, dass Verbindungen, die oligomere oder polymere Fluorsilankondensationsprodukte sind, und im Folgenden auch einfach Kondensationsprodukte genannt werden, welche durch eine Kondensationsreaktion oder eine Polykondensationsreaktion von mindestens zwei Reaktionspartnern (A) und (B) herstellbar sind, diese Aufgabe lösen.

[0009] Gegenstand der Erfindung sind daher Verbindungen, herstellbar durch die Umsetzung fluorhaltiger Silane (A)



worin

R_F einen perfluorierten oder teilfluorierten Alkylrest,

X Cl oder $\text{O-C}_n\text{H}_{2n+1}$ und

n eine ganze Zahl von 1 bis 20 bedeuten

mit einem oder mehreren Alkoholen der Formel (B)



worin

R für einen C- und H-haltigen organischen Rest steht, und für m und p entweder

a) $m \geq 2$ und $p = 0$, oder

b) $m \geq 1$ und $p \geq 1$ gilt.

[0010] Ein weiterer Gegenstand der Erfindung ist ein Verfahren zur Herstellung der erfindungsgemäßen Verbindungen durch Umsetzung von fluorhaltigen Silanen der Formel (A) mit Alkoholen der Formel (B).

[0011] Ein weiterer Gegenstand der Erfindung sind Formulierungen, enthaltend mindestens eine der erfindungsgemäßen Verbindungen, und eine oder mehrere weitere Komponenten ausgewählt aus den Gruppen

(a) Lösemittel, insbesondere Alkohole, besonders bevorzugt Isopropanol

(b) Wasser

(c) neutrale, anionische, kationische oder amphotere Tenside

(d) Alkoxysilane, insbesondere Tetraethoxysilan

(e) Säuren

(f) Basen.

[0012] Ein weiterer Gegenstand der Erfindung ist die Verwendung der erfindungsgemäßen Verbindungen oder der oben beschriebenen Formulierungen für die Modifizierung der Eigenschaften von Oberflächen und kleinen Partikeln.

[0013] Ein weiterer Gegenstand der Erfindung ist die Verwendung der erfindungsgemäßen Verbindungen oder der oben beschriebenen Formulierungen für die Hydrophobierung und Oleophobierung von Oberflächen aus Glas, Keramik, mineralischen Baustoffen, Lacken, Metall, Kunststoff, Holz, Papier oder textilen Geweben sowie von kleinen Partikeln.

[0014] Ein weiterer Gegenstand der Erfindung ist ein Verfahren zur Modifizierung der Eigenschaften von Oberflächen und kleinen Partikeln, indem man die erfindungsgemäßen Verbindungen oder die oben beschriebenen Formulierungen auf diese aufbringt.

[0015] Ein weiterer Gegenstand der Erfindung ist ein Verfahren zur Hydrophobierung und Oleophobierung von Oberflächen aus Glas, Keramik, mineralischen Baustoffen, Lacken, Metall, Kunststoff, Holz, Papier oder textilen Geweben sowie von kleinen Partikeln, indem man die erfindungsgemäßen Verbindungen oder die oben beschriebenen Formulierungen auf diese aufbringt.

[0016] Bei der Kondensation oder Polykondensation von (A) und (B) wird HX abgespalten. Im Falle eines sehr großen molaren Überschusses an (B), bevorzugt wird dann (B) vorgelegt und (A) zudosiert, bilden sich hauptsächlich Monomere der Formel $(A)(B)_3$ in einer Mischung mit überschüssigem (B). Oligomere und Polymere mit ansteigenden Molmassen entstehen in immer größeren Anteilen, wenn das Molverhältnis der reaktiven Gruppen in (A) und der reaktiven Gruppen in (B) immer stärker dem genauen stöchiometrischen Verhältnis angepasst wird. Falls (B) Aminogruppen enthält und fluorhaltige Silane (A) mit $X = Cl$ eingesetzt werden, enthalten die erfindungsgemäßen Kondensationsprodukte auch Ammoniumgruppen mit Chlorid Cl^- als Gegenionen. Die oligomeren und polymeren Kondensationsprodukte können linear, cyclisch, verzweigt oder vernetzt aufgebaut sein. Die Struktur und die Eigenschaften der Kondensationsprodukte lassen sich beeinflussen durch die Wahl von (A) und (B), die Zahl der reaktiven Gruppen in (B), das Mengenverhältnis von (A) zu (B), die Art der Dosierung, Vermischung und Zugabereihenfolge von (A) zu (B), von (B) zu (A) oder von (A) und (B) gleichzeitig sowie vom Grad der Abtrennung des abgespaltenen HX vom Kondensationsprodukt.

[0017] In einer bevorzugten Ausführungsform steht in der Formel (A) für die fluorhaltigen Silane im Falle $X = O-C_nH_{2n+1}$ für eine ganze Zahl von 1 bis 4.

[0018] In einer bevorzugten Ausführungsform steht R_F für einen Perfluoralkylrest mit 1 bis 24, insbesondere 2 bis 16 und speziell 3 bis 6 Kohlenstoffatomen. In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform steht R_F für einen Rest der Formel (1)



worin R_F' eine Perfluoralkylgruppe mit 1 bis 16, insbesondere 2 bis 6 Kohlenstoffatomen und b eine ganze Zahl von 1 bis 12 bedeutet.

[0019] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform steht R_F für einen Rest der Formel (2)



worin d für eine ganze Zahl von 1 bis 12 steht.

[0020] Die Alkohole der Formel (B)



können ausgewählt werden aus den Gruppen: Alkandiole, Alkantriole, Alkantetraole, Kohlenhydrate, zu Polyolen reduzierte Kohlenhydrate, Oligoalkylenglykole, Polyethylenglykole, Polypropylenglykole, Polybutylenglykole, Ethylenoxid-Propylenoxid-Copolymere, Polyglycerine;

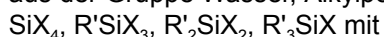
Oxethylate und Propoxylate von Alkandiolen, Alkantriole, Alkantetraole, Kohlenhydraten, Polyolen aus reduzierten Kohlenhydraten und von Polyglycerinen;

Aminoalkohole; Polyglykolamine, Oxethylate und Propoxylate von Aminoalkoholen und von Polyglykolaminen.

[0021] Bevorzugt werden zweiwertige Etheralkohole wie Diethylenglykol, Triethylenglykol, Tetraethylenglykol und Polyglykole mit einer mittleren Molmasse zwischen 200 g/mol und 1000 g/mol eingesetzt.

[0022] Der organische Rest R umfasst vorzugsweise 1 bis 50, insbesondere 2 bis 30 Kohlenstoffatome. In einer bevorzugten Ausführungsform umfasst R neben C und H noch O , oder N , oder O und N .

[0023] Die erfindungsgemäßen Kondensationsprodukte können außer den beiden Reaktionspartnern (A) und (B) weitere Reaktionspartner (C) enthalten. Der oder die weiteren Reaktionspartner (C) werden ausgewählt aus der Gruppe Wasser, Alkylpolyglykole oder Silane der Formel



$X = Cl$ oder Alkoxy, insbesondere Methoxy oder Ethoxy,

$R' =$ Alkyl, insbesondere Methyl oder

Alkenyl, insbesondere Vinyl oder

H .

[0024] In diesem Fall werden die Reaktionspartner (A), (B) und ein oder mehrere Verbindungen gemäß (C) gemeinsam unter Abspaltung von HX kondensiert oder polykondensiert. Die Struktur und die Eigenschaften dieser Kondensationsprodukte lassen sich beeinflussen durch die Wahl von (A), (B) und (C), die Zahl der reaktiven Gruppen in (B) und (C), das Mengenverhältnis von (A), (B) und (C), die Zugabereihenfolge von (A), (B) und (C) und die Art der Dosierung und Vermischung sowie vom Grad der Abtrennung des abgespaltenen HX vom Kondensationsprodukt. Einwertige Alkohole wie Alkylpolyglykole vermindern die mittlere Molmasse und den Vernetzungsgrad und Verbindungen mit 3 oder 4 funktionellen Gruppen wie $R'SiX_3$ oder SiX_4 erhöhen ihn.

[0025] Die Mengenverhältnisse von (A), (B) und gegebenenfalls (C) können in weiten Grenzen variiert werden. Meist wird (C) in geringeren Mengenanteilen als (A) oder (B) eingesetzt. Die Kondensations- bzw. Polykondensationsreaktion erfolgt unter guter Durchmischung bei Temperaturen, bei denen die entstehenden Kondensationsprodukte flüssig sind. In der Regel liegen die Reaktionstemperaturen im Falle von $X = Cl$ zwischen $50^\circ C$ und $200^\circ C$ und im Falle von $X = O-C_nH_{2n+1}$, $n = 1, 2, 3$ oder 4 zwischen $100^\circ C$ und $250^\circ C$. Es sind auch höhere Temperaturen möglich, wenn der Schmelzbereich oder die Viskosität des Kondensationsprodukts dies erfordern. Die Umsetzung kann unter Überdruck, bei Normaldruck oder unter vermindertem Druck durchgeführt werden. Im Falle von $X = Cl$ wird Normaldruck und insbesondere verminderter Druck bevorzugt, um das entstehende HCl -Gas rasch aus der Reaktionsmischung zu entfernen. Der im Falle $X = O-C_nH_{2n+1}$ im Laufe der Kondensationsreaktion entstehende, einwertige Alkohol $C_nH_{2n+1}-OH$ kann kontinuierlich oder absatzweise, vollständig oder auch nur teilweise aus der Reaktionsmischung abdestilliert werden. Abhängig von (A), (B) und gegebenenfalls (C), dem Kondensationsgrad, der Molmassenverteilung und dem Vernetzungsgrad, liegen die Kondensationsprodukte bei Raumtemperatur in flüssiger, zähflüssiger, gelartiger oder fester Form vor.

[0026] Die erfindungsgemäßen Kondensationsprodukte werden bevorzugt in Form einer verdünnten, in der Regel flüssigen, Formulierung angewandt. Dabei kann es sich um Lösungen, Emulsionen oder Suspensionen handeln. Abhängig von (A), (B) und gegebenenfalls (C), von der Molmasse und vom Verzweigungs- und Vernetzungsgrad können verschiedene Lösemittel oder Dispergiermittel eingesetzt werden. Als Lösemittel oder Dispergiermittel kommen beispielsweise Wasser oder Alkohole in Frage. Unter den Alkoholen werden bevorzugt eingesetzt die Alkohole der Formel (B), falls diese bei Raumtemperatur flüssig sind und kurzkettig, ali-

phatische, einwertige Alkohole, besonders bevorzugt Isopropanol oder Ethanol. Die Konzentration der Kondensationsprodukte in den Formulierungen liegt in der Regel zwischen 0,01% und 30%, oft bevorzugt zwischen 0,5% und 5%.

[0027] Neben dem Kondensationsprodukt und einem oder mehreren Löse- oder Dispergiermittel können die Formulierungen noch weitere Komponenten wie neutrale, anionische, kationische oder amphotere Tenside, Säuren, Basen und Alkoxysilane enthalten. Diese weiteren Komponenten beeinflussen die Lagerstabilität und Haltbarkeit der Formulierungen, deren Viskosität und Verlaufsverhalten auf Oberflächen sowie die Art und Weise, wie Oberflächeneigenschaften durch die jeweilige Formulierung modifiziert werden. Als Tenside können beispielsweise Alkoholethoxylate, Alkoholalkoxylate, Ethylenoxid-Propylenoxid-Polymerisate, Aminoxide, Alkylsulfate, Alkylethersulfate, Alkylarylethersulfate, Alkansulfonate, Olefinsulfonate, Alkylpolyglykoletherphosphate, quaternäre Ammoniumverbindungen oder Betaine eingesetzt werden. Zur Einstellung des pH-Werts können verwendet werden: anorganische Säuren wie beispielsweise Schwefelsäure, Alkalimetallhydrogensulfat; organische Säuren wie beispielsweise Ameisensäure, Essigsäure, Propionsäure, Zitronensäure sowie anorganische Basen wie beispielsweise Natriumhydroxid, Kaliumhydroxid, Alkalimetallcarbonat, Alkalimetallhydrogencarbonat und organische Basen wie beispielsweise Amine oder Alkalimetallacetat. Als Alkoxysilane können bevorzugt Tetraalkoxysilane, insbesondere Tetraethoxysilan, als Formulierungskomponente zugesetzt werden.

[0028] Zur Herstellung der Formulierungen werden die Kondensationsprodukte bei Raumtemperatur oder bei erhöhter Temperatur, in der Regel unter 100°C, in Lösemitteln oder Dispergiermitteln, gegebenenfalls unter Zusatz weiterer Hilfsstoffe, unter Rühren gelöst oder suspendiert. Unter Hilfsstoffen sind insbesondere neutrale, anionische, kationische oder amphotere Tenside, Alkoxysilane wie beispielsweise Tetraethoxysilan sowie Säuren und Basen zu verstehen.

[0029] Die erfindungsgemäßen Kondensationsprodukte und deren Formulierungen können auf Oberflächen aus beispielsweise Glas, Keramik, mineralischen Baustoffen, Lacken, Metall, Kunststoff, Holz, Papier oder textilen Geweben aufgebracht werden. Die Nachkondensation und Ausbildung einer festhaftenden, dünnen Oberflächenschicht erfolgt bei Raumtemperatur oder bei erhöhten Temperaturen, die abhängig von der Art der Oberfläche, bis zu etwa 300°C betragen können. Auch kleine Partikel im Größenbereich von µm oder nm lassen sich damit beschichten. Diese Oberflächenbeschichtungen verleihen den damit ausgerüsteten Oberflächen, abhängig von den Applikationsbedingungen, hydrophobe, oleophobe, schmutz- und farbabweisende Eigenschaften.

Ausführungsbeispiel

[0030] Die Erfindung wird nun an Beispielen noch näher erläutert.

Beispiel 1:

[0031] 118,3 g (0,788 mol) Triethylenglykol mit einem Wassergehalt unter 0,1% wurden in einem 250 ml-Glasrundkolben, ausgestattet mit Magnetrührfisch, Thermometer, Tropftrichter mit Tauchrohr, Stickstoffanschluss, Vakuumanschluss und beheizbarem Ölbad, vorgelegt und bei 80°C und ca. 20 mbar unter Einleiten von trockenem Stickstoff und Rühren entwässert. Die Stickstoffeinleitung wurde danach beendet und der Kolbeninhalt auf 150°C hochgeheizt. Bei 150°C und 20 – 50 mbar Druck wurden unter intensivem Rühren 31,7 g (0,0658 mol) Perfluorhexylethyltrichlorsilan der Formel $C_6F_{13}-CH_2-CH_2-SiCl_3$ innerhalb von 1,5 Stunden über den Tropftrichter langsam und kontinuierlich zugetropft. Das dabei entstehende HCl-Gas wurde sofort über das Vakuumssystem abgezogen. Nach dem Zutropfen des Perfluorhexylethyltrichlorsilans wurde noch eine Stunde bei 150°C und ca. 50 mbar Druck unter Rühren trockener Stickstoff in das klare, flüssige Reaktionsprodukt eingepert und HCl-Restmengen ausgetrieben. Bei Raumtemperatur war das Kondensationsprodukt farblos und flüssig. Die mittels GPC in THF als Laufmittel (Molmassenstandard: PEG) ermittelte Molmasse betrug etwa 700 g/mol. 1H -NMR und ^{29}Si -NMR bestätigten folgende Struktur des Reaktionsprodukts (Hauptkomponenten): $C_6F_{13}-CH_2-CH_2-Si(O-CH_2-CH_2-O-CH_2-CH_2-O-CH_2-CH_2-OH)_3$ gelöst in überschüssigem Triethylenglykol.

Beispiel 2:

[0032] 72,5 g (0,483 mol) Triethylenglykol mit einem Wassergehalt unter 0,1% wurden in einem 250 ml-Glasrundkolben, ausgestattet mit Magnetrührfisch, Thermometer, Tropftrichter mit Tauchrohr, Stickstoffanschluss, Vakuumanschluss und beheizbarem Ölbad, vorgelegt und bei 80 – 100°C bei ca. 20 mbar unter Einleiten von trockenem Stickstoff und Rühren entwässert. Die Stickstoffeinleitung wurde danach beendet und der Kolben-

inhalt auf 150°C hochgeheizt. Bei 150°C und 20 – 50 mbar Druck wurden unter intensivem Rühren 77,5 g (0,161 mol) Perfluorhexylethyltrichlorsilan der Formel $C_6F_{13}-CH_2-CH_2-SiCl_3$ innerhalb von 2 Stunden über den Tropftrichter langsam und kontinuierlich zugetropft. Das dabei entstehende HCl-Gas wurde sofort über das Vakuumsystem abgezogen. Nach dem Zutropfen des Perfluorhexylethyltrichlorsilans wurde noch eine Stunde bei 150°C und ca. 50 mbar Druck unter Rühren trockener Stickstoff in das klare, flüssige Reaktionsprodukt eingepert und HCl-Restmengen ausgetrieben. Bei Raumtemperatur war das Kondensationsprodukt farblos und dickflüssig. Der mittels GPC in THF als Laufmittel (Molmassenstandard: PEG) ermittelte Molmassenbereich lag zwischen etwa 700 und 30000 g/mol. Das Endprodukt liegt nach diesen GPC-Befunden und NMR-Daten als Mischung von monomeren, oligomeren und polymeren Kondensationsprodukten sowie geringen Anteilen an freiem Triethylenglykol vor.

Beispiele 3 bis 7:

[0033] Beispiel 1 wurde mit anderen Alkoholen und anderen Einsatzmengen wiederholt. Die Reaktionsbedingungen und die Vorgehensweise in Beispiel 3 – 7 entsprachen denen von Beispiel 1.

Bei- spiel	vorgelegt wurden	zugetropft wurden	Aussehen des Kondensations- produkts bei 20°C	Molmassenbereich laut GPC in THF (Molmassen- standard: PEG)
3	97,5 g (0,325 mol) Polyethylenglykol 300	52,5 g (0,109 mol) $C_6F_{13}-CH_2-CH_2-SiCl_3$	farblos, dickflüssig	600 – 26000 g/mol
4	118,2 g (0,394 mol) Polyethylenglykol-300	31,8 g (0,0660 mol) $C_6F_{13}-CH_2-CH_2-SiCl_3$	farblos, dickflüssig	600 – 7000 g/mol
5	132,2 g (0,441 mol) Polyethylenglykol 300	17,8 g (0,0370 mol) $C_6F_{13}-CH_2-CH_2-SiCl_3$	farblos, flüssig	700 – 2800 g/mol
6	107,0 g (0,260 mol) Polyethylenglykol 400	43,0 g (0,0893 mol) $C_6F_{13}-CH_2-CH_2-SiCl_3$	farblos, dickflüssig	1300 – 25000 g/mol
7	136,3 g (0,341 mol) Polyethylenglykol 400	13,7 g (0,0285 mol) $C_6F_{13}-CH_2-CH_2-SiCl_3$	farblos, dickflüssig	700 – 3700 g/mol

Beispiel 8:

[0034] 105,5 g (0,264 mol) Polyethylenglykol 400 und 1,6 g (0,089 mol) Wasser wurden in einem 250 ml-Glasrundkolben, ausgestattet mit Magnetrührfisch, Thermometer, Tropftrichter mit Tauchrohr, Stickstoffanschluss, Vakuumschluss und beheizbarem Ölbad, vorgelegt. Bei 150°C und ca. 50 mbar Druck wurden unter intensivem Rühren 42,9 g (0,0891 mol) Perfluorhexylethyltrichlorsilan der Formel $C_6F_{13}-CH_2-CH_2-SiCl_3$ innerhalb von 2 Stunden über den Tropftrichter langsam und kontinuierlich zugetropft. Das dabei entstehende HCl-Gas wurde sofort über das Vakuumsystem abgezogen. Nach dem Zutropfen des Perfluorhexylethyltrichlorsilans wurde noch eine Stunde bei 150°C und ca. 50 mbar Druck unter Rühren trockener Stickstoff in das flüssige Reaktionsprodukt eingepert und HCl-Restmengen ausgetrieben. Bei Raumtemperatur war das Kondensationsprodukt farblos und dickflüssig. Der mittels GPC in THF als Laufmittel (Molmassenstandard: PEG) ermittelte Molmassenbereich lag zwischen etwa 900 und 23000 g/mol. Das Endprodukt liegt nach diesen GPC-Befunden und NMR-Daten als Mischung von monomeren, oligomeren und polymeren Kondensationsprodukten vor.

Beispiel 9:

[0035] 170,2 g (0,288 mol) Perfluoralkylethyltriethoxysilan 612 der Formel $F(CF_2-CF_2)-CH_2-CH_2-Si(O-C_2H_5)_3$ (n = 3, 4, 5, 6, 7) und 129,8 g (0,865 mol) Triethylenglykol mit einem Wassergehalt unter 0,1% wurden gemeinsam in einem 500 ml-Glasrundkolben vorgelegt, der ausgestattet war mit PTFE-Flügelrührer, 3 Thermometer für die Messung von Innen-, Übergangs- und Öltemperatur, Destillationsbrücke mit graduierter Vorlage, Stick-

stoffanschluss und beheizbarem Ölbad. Die anfangs zweiphasige Reaktionsmischung wurde bestickstofft und unter Rühren bei Normaldruck auf 190°C erhitzt. Die Reaktionstemperatur wurde langsam von 190°C auf 220°C erhöht. Nach Abdestillation von einem Moläquivalent Ethanol (13 g) und nach Abdestillation von zwei Moläquivalenten Ethanol (26 g) wurden jeweils Proben des flüssigen, inzwischen einphasigen Kondensationsprodukts aus dem 500 ml-Glasrundkolben gezogen (Probe 1 und 2). Gegen Reaktionsende destillierte kein Ethanol mehr über. Insgesamt wurde 7,3 Stunden bei 190 – 220°C gerührt (Endprobe).

	Aussehen bei 20°C	Molmassenbereich laut GPC in THF (Molmassenstandard: PEG)
Probe 1	flüssig, blassgelb	300 – 3200 g/mol
Probe 2	flüssig, mittelviskos, gelb	300 – 4700 g/mol
Endprobe	dickflüssig, gelb	300 – 12000 g/mol

[0036] Nach den NMR-Befunden liegen unter anderem monomere Verbindungen der Formel $F(CF_2-CF_2)_n-CH_2-CH_2-Si(O-C_2H_5)_{3-m}[O-CH_2-CH_2-O-CH_2-CH_2-O-CH_2-CH_2-OH]_m$, $m = 0, 1, 2$ und 3 , vor. Der Anteil der Verbindungen mit $m = 3$ und auch der Anteil von oligomeren und polymeren Kondensationsprodukten wächst in der Reihe Probe 1 Probe 2 → Endprobe an. Probe 1, Probe 2 und die Endprobe sind beispielsweise löslich in Isopropanol, Aceton oder Tetrahydrofuran (THF).

Beispiel 10:

[0037] Beispiel 9 wurde mit Glycerin an Stelle von Triethylenglykol wiederholt. Eingesetzt wurden 204,4 g (0,346 mol) Perfluoralkylethyltriethoxysilan 612 der Formel $F(CF_2-CF_2)_n-CH_2-CH_2-Si(O-C_2H_5)_3$ ($n = 3, 4, 5, 6, 7$) und 95,6 g (1,04 mol) Glycerin. Die Reaktionstemperatur betrug 190°C und die gesamte Reaktionszeit 6 Stunden (Endprobe).

	Aussehen bei 20°C	Molmassenbereich des THF-löslichen Anteils laut GPC in THF (Molmassenstandard: PEG)
Probe 1 (nach Abdestillation von 16 g Ethanol)	flüssig, zweiphasig, nahezu farblos	300 – 3200 g/mol*
Probe 2 (nach Abdestillation von 32 g Ethanol)	fest, wachsartig, weiß	600 – 3200 g/mol*
Endprobe	fest, wachsartig, weiß	800 – 3200 g/mol*

* Nur der THF-lösliche Anteil wurde erfasst. Vor allem die Endprobe löste sich nur teilweise in THF. Die Molmassenobergrenze liegt wahrscheinlich deutlich höher.

Beispiel 11:

[0038] 31,5 g (0,0617 mol) Perfluorhexylethyltriethoxysilan der Formel $C_6F_{13}-CH_2-CH_2-Si(O-C_2H_5)_3$, 255,7 g (0,639 mol) Polyethylenglykol 400 und 12,8 g (0,0615 mol) Tetraethoxysilan der Formel $Si(O-C_2H_5)_4$ wurden gemeinsam in einem 500 ml-Glasrundkolben vorgelegt, der ausgestattet war mit PTFE-Flügelrührer, 3 Thermometer für die Messung von Innen-, Übergangs- und Öltemperatur, Destillationsbrücke mit graduierter Vorlage, Stickstoffanschluss und beheizbarem Ölbad. Die Reaktionsmischung wurde bestickstofft und unter Rühren bei Normaldruck auf 170°C erhitzt. Das freiwerdende Ethanol wurde abdestilliert. Die Reaktionstemperatur wurde allmählich bis auf 210°C erhöht. Nach 6,25 Stunden wurde die Reaktion abgebrochen.

[0039] Das Endprodukt war gelblich und bei 20°C flüssig und mittelviskos. Der mittels GPC in THF als Laufmittel (Molmassenstandard: PEG) ermittelte Molmassenbereich lag zwischen etwa 900 und 20000 g/mol. Geeignete Lösungsmittel waren Isopropanol, Wasser, Aceton, THF oder Polyethylenglykole.

Beispiel 12:

[0040] In der folgenden Tabelle sind Formulierungen aufgeführt, die durch Mischen der erfindungsgemäßen Kondensationsprodukte der Beispiele 1 – 11 mit Lösemitteln, Dispergiernitteln und weiteren Zusatzstoffen wie beispielsweise Tensiden oder Zusätzen zur Einstellung des pH-Werts erhalten wurden.

[0041] In allen aufgeführten Formulierungsbeispielen wurden 1,5 g des erfindungsgemäßen Kondensationsprodukts eingesetzt und unter Rühren oder Schütteln mit den Zusatzstoffen vermischt.

Formulierung Nr.	Kondensationsprodukt aus Beispiel Nr.	Zusatzstoff/Menge des Zusatzstoffs
1	1	Wasser/48,5 g
2	1	Wasser/48,45 g Genaminox LA [®] /0,05 g
3	1	Isopropanol/48,5 g
4	2	Isopropanol/48,35 g Schwefelsäure konz./0,15 g
5	2	Isopropanol/45,85 g Tetraethoxysilan/2,5 g Schwefelsäure konz./0,15 g
6	2	Triethylenglykol/48,5 g
7	3	Polyethylenglykol 300/48,5 g
8	4	Wasser/48,45 g Genaminox LA [®] /0,05 g
9	8	Wasser/48,5 g
10	8	Wasser/48,45 g Genaminox LA [®] /0,05 g
11	8	Isopropanol 48,5 g
12	9/Probe 1	Isopropanol/48,5 g
13	9/Probe 2	Isopropanol/48,5 g
14	9/Endprobe	Wasser/48,5 g
15	9/Endprobe	Wasser/48,45 g Genapol LRO flüssig [®] /0,05 g

Formulierung Nr.	Kondensationsprodukt aus Beispiel Nr.	Zusatzstoff/Menge des Zusatzstoffs
16	10/Probe 2	Isopropanol/45,85 g Tetraethoxysilan/2,5 g Schwefelsäure konz./0,15 g
17	10/Endprobe	Isopropanol/48,5 g
18	11	Wasser/48,45 g Genaminox LA [®] /0,05 g

Genaminox LA[®]: Lauryldimethylaminoxid (30%ig in Wasser)

Genapol LRO flüssig[®]: C12/14-Alkyldiglykoethersulfat, Na-Salz (27%ig in Wasser)

[0042] Die Formulierungen Nr. 1 bis 18 wurden mit einem Polyamidtuch auf zuvor mit Isopropanol gereinigte Objektträger aus Glas durch Wischen aufgebracht. Nach einem Tag bei Raumtemperatur wurden die mit den Formulierungen beschichteten Glasflächen mit einer unbeschichteten Glasfläche im Verhalten gegen Wassertropfen verglichen. Die hohe, kugelförmige Form der Wassertropfen und das verbesserte Abfließverhalten zeigten, dass die Formulierungen Nr. 1 bis 18 den Glasflächen verstärkte hydrophobe Eigenschaften verliehen hatten.

Patentansprüche

1. Verbindungen, herstellbar durch die Umsetzung fluorhaltiger Silane (A)



worin

R_F einen perfluorierten oder teilfluorierten Alkylrest;

X Cl oder O-C_nH_{2n+1} und

n eine ganze Zahl von 1 bis 20 bedeuten

mit einem oder mehreren Alkoholen der Formel (B)



worin

R für einen C- und H-haltigen organischen Rest steht, und für m und p entweder

a) m ≥ 2 und p = 0, oder

b) m ≥ 1 und p ≥ 1 gilt.

2. Verbindungen gemäß Anspruch 1, bei denen R_F für einen Rest der Formel (1)



steht, worin R_F'- eine Perfluoralkylgruppe mit 1 bis 16 Kohlenstoffatomen und b eine ganze Zahl von 1 bis 12 bedeutet.

3. Verbindungen gemäß Anspruch 1, bei denen R_F für einen Rest der Formel (2)



steht, und worin d für eine ganze Zahl von 1 bis 12 steht.

4. Verbindungen gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, bei denen die Alkohole der Formel (B) ausgewählt werden aus den Gruppen bestehend aus Alkandiole, Alkantriole, Alkantetraole, Kohlenhydrate, zu Polyolen reduzierte Kohlenhydrate, Oligoalkylenglykole, Polyethylenglykole, Polypropylenglykole, Polybu-

tylenglykole, Ethylenoxid-Propylenoxid-Copolymere, Polyglycerine; Oxethylate und Propoxylate von Alkandiolen, Alkantriolen, Alkantetraolen, Kohlenhydraten, Polyolen aus reduzierten Kohlenhydraten und von Polyglycerinen; Aminoalkohole, Polyglykolamine, Oxethylate und Propoxylate von Aminoalkoholen und von Polyglykolaminen.

5. Verbindungen gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, bei denen die Alkohole der Formel (B) ausgewählt werden aus der Gruppe bestehend aus Diethylenglykol, Triethylenglykol, Tetraethylenglykol und Polyglykole mit einer mittleren Molmasse zwischen 200 g/mol und 1000 g/mol.

6. Verbindungen gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5, bei denen neben den zwei Reaktionspartnern (A) und (B) ein oder mehrere weitere Reaktionspartner (C) gemeinsam kondensiert oder polykondensiert werden, wobei der oder die Reaktionspartner (C) ausgewählt werden aus der Gruppe bestehend aus Wasser, Alkylpolyglykole, Silane der Formel SiX_4 , $\text{R}'\text{SiX}_3$, $\text{R}'_2\text{SiX}_2$, $\text{R}'_3\text{SiX}$ mit $\text{X} = \text{Cl}$ oder Alkoxy
 $\text{R}' = \text{Alkyl}$, Alkenyl, oder H.

7. Formulierungen, enthaltend mindestens eine der Verbindungen gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6, und eine oder mehrere weitere Komponenten ausgewählt aus den Gruppen

- (a) Lösemittel, insbesondere Alkohole, besonders bevorzugt Isopropanol
- (b) Wasser
- (c) neutrale, anionische, kationische oder amphotere Tenside
- (d) Alkoxysilane, insbesondere Tetraethoxysilan
- (e) Säuren
- (f) Basen.

8. Verwendung der Verbindungen gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6 für die Modifizierung der Eigenschaften von Oberflächen und kleinen Partikeln.

9. Verwendung der Verbindungen gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6 für die Hydrophobierung und Oleophobierung von Oberflächen aus Glas, Keramik, mineralischen Baustoffen, Lacken, Metall, Kunststoff, Holz, Papier oder textilen Geweben sowie von kleinen Partikeln.

Es folgt kein Blatt Zeichnungen