



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2004 042 843 A1** 2006.03.09

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2004 042 843.3**

(22) Anmeldetag: **04.09.2004**

(43) Offenlegungstag: **09.03.2006**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **C08G 64/30** (2006.01)

**C08G 64/02** (2006.01)

**B01J 31/12** (2006.01)

**C08G 18/10** (2006.01)

**C08G 18/44** (2006.01)

(71) Anmelder:  
**Bayer MaterialScience AG, 51373 Leverkusen, DE**

(72) Erfinder:  
**Hofacker, Steffen, Dr., 51519 Odenthal, DE**

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Metallacetylacetonate als Umesterungskatalysatoren**

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft die Verwendung von Metallacetylacetonaten, basierend auf Metallen, die die Ordnungszahlen im Periodensystem der Elemente nach Medelejew (PSE) 39, 57, 59 bis 69 oder 71 haben, als Katalysator zur Herstellung aliphatischer Oligo-carbonatpolyole durch Umesterung von organischen Carbonaten mit aliphatischen Polyolen.

**Beschreibung**

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft die Verwendung von Metallacetylacetonaten basierend auf Metallen, die die Ordnungszahlen im Periodensystem der Elemente nach Medelejew (PSE) 39, 57, 59 bis 69 oder 71 haben, als Katalysator zur Herstellung aliphatischer Oligocarbonatpolyole durch Umesterung von organischen Carbonaten mit aliphatischen Polyolen.

## Stand der Technik

**[0002]** Oligocarbonatpolyole sind wichtige Vorprodukte, beispielsweise bei der Herstellung von Kunststoffen, Lacken und Klebstoffen. Sie werden z.B. mit Isocyanaten, Epoxiden, (cyclischen) Estern, Säuren oder Säureanhydriden umgesetzt (DE-A 1 955 902). Sie können prinzipiell aus aliphatischen Polyolen durch Umsetzung mit Phosgen (z.B. DE-A 1 595 446), bis-Chlorkohlensäureestern (z.B. DE-A 857 948), Diarylcarbonaten (z.B. DE-A 101 255 57), cyclischen Carbonaten (z.B. DE-A 2 523 352) oder Dialkylcarbonaten (z.B. WO 2003/002630) hergestellt werden.

**[0003]** Es ist bekannt, dass bei Umsetzung von Arylcarbonaten wie Diphenylcarbonat mit aliphatischen Polyolen wie 1,6-Hexandiol ein hinreichender Reaktionsumsatz allein durch Entfernung der freiwerdenden alkoholischen Verbindung (z.B. Phenol) im Zuge der Gleichgewichtsverlagerung der Reaktion erreicht werden kann (z.B. EP-A 0 533 275).

**[0004]** Kommen jedoch Alkylcarbonate (z.B. Dimethylcarbonat) zum Einsatz, so werden häufig Umesterungskatalysatoren eingesetzt, z.B. Alkali- oder Erdalkali-Metalle sowie deren Oxide, Alkoxide, Carbonate, Borate oder Salze organischer Säuren (z.B. WO 2003/002630).

**[0005]** Darüber hinaus werden bevorzugt Zinn oder Zinn-organische Verbindungen wie Bis(tributylzinn)oxid, Dibutylzinnlaurat oder aber auch Dibutylzinnoxid (DE-A 2 523 352) sowie Verbindungen des Titans wie Titan-tetrabutylat, Titan-tetraisopropylat oder Titandioxid als Umesterungskatalysatoren verwendet (z.B. EP-B 0 343 572, WO 2003/002630).

**[0006]** Die aus dem Stand der Technik bekannten Umesterungskatalysatoren zur Herstellung von aliphatischen Oligocarbonatpolyolen durch Umsetzung von Alkylcarbonaten mit aliphatischen Polyolen weisen aber einige Nachteile auf.

**[0007]** In jüngster Zeit wurden Zinn-organische Verbindungen als potentielle Cancerogene beim Menschen erkannt. Sie sind somit unerwünschte Bestandteile, die auch in Folgeprodukten der Oligocarbonatpolyole verbleiben, sofern die bisher bevorzugten Verbindungen wie Bis(tributylzinn)oxid, Dibutylzinnoxid oder Dibutylzinnlaurat als Katalysatoren zum Einsatz kommen.

**[0008]** Bei Verwendung von starken Basen wie Alkali- oder Erdalkali-Metallen oder deren Alkoxiden ist es notwendig, nach erfolgter Oligomerisierung die Produkte in einem zusätzlichen Prozessschritt zu neutralisieren. Werden hingegen Ti-Verbindungen als Katalysatoren verwendet, so kann es bei Lagerung des resultierenden Produktes zu unerwünschten Verfärbungen (Gelbfärbung) kommen, was u.a. durch die Anwesenheit von Ti(III)-Verbindungen neben Ti(IV)-Verbindungen und/oder durch die Komplexbildungsneigung des Titans hervorgerufen wird.

**[0009]** Neben dieser unerwünschten Verfärbungseigenschaft weisen Titan-haltige Katalysatoren bei der weiteren Umsetzung der hydroxylterminierten Oligocarbonate als Polyurethanrohstoff eine hohe Aktivität gegenüber Isocyanatgruppen-haltigen Verbindungen auf. Besonders ausgeprägt ist diese Eigenschaft bei Umsetzung der Titan katalysierten Oligocarbonatpolyole mit aromatischen (Poly)Isocyanaten bei erhöhter Temperatur, wie dies beispielsweise bei der Herstellung von Gießelastomeren oder von thermoplastischen Polyurethanen (TPU) der Fall ist. Dieser Nachteil kann soweit führen, dass aufgrund des Einsatzes von Titan-haltigen Oligocarbonatpolyolen die Topfzeit bzw. Reaktionszeit des Reaktionsgemisches derart verkürzt wird, dass eine Verwendung solcher Oligocarbonatpolyole für diese Anwendungsgebiete nicht mehr möglich ist. Zur Vermeidung dieses Nachteils wird der im Produkt verbleibende Umesterungskatalysator nach abgeschlossener Synthese in mindestens einem zusätzlichen Produktionsschritt weitestgehend inaktiviert.

**[0010]** EP-B 1 091 993 lehrt die Inaktivierung durch Zusatz von Phosphorsäure, während US-A 4 891 421 eine Inaktivierung auch durch Hydrolyse der Titanverbindungen vorschlägt, wobei eine entsprechende Menge Wasser dem Produkt zugesetzt und nach erfolgter Desaktivierung destillativ wieder aus dem Produkt entfernt

wird.

**[0011]** Weiterhin ist es mit den bisher verwendeten Katalysatoren nicht möglich gewesen, die Reaktionstemperatur, die üblicherweise zwischen 150°C und 230°C liegt, zu senken, um die Bildung von Nebenprodukten wie Ethern oder Vinylgruppen, die bei erhöhter Temperatur entstehen können, weitgehend zu vermeiden. Diese unerwünschten Endgruppen führen als Kettenabbrécher für nachfolgende Polymerisationsreaktionen, z.B. im Falle der Polyurethanreaktion mit mehrfachfunktionellen (Poly)Isocyanaten, zu einer Erniedrigung der Netzwerkdicke und damit zu schlechteren Produkteigenschaften (z.B. Lösemittel- oder Säurebeständigkeit).

**[0012]** Darüber hinaus weisen Oligocarbonatpolyole, die mit Hilfe der aus dem Stand der Technik bekannten Katalysatoren hergestellt wurden, hohe Gehalte an Ethergruppen (z.B. Methyl-, Hexylether etc.) auf. Diese Ethergruppen in den Oligocarbonatpolyolen führen jedoch dazu, daß z.B. die Heißluftbeständigkeit von Gießelastomeren auf Basis solcher Oligocarbonatpolyole unzureichend ist, da Etherbindungen im Material unter diesen Bedingungen gespalten werden und so zu einem Versagen des Materials führen.

**[0013]** In der nicht vorveröffentlichten deutschen Patentanmeldung Nr. 10321149.7 werden Acetylacetonate des Ytterbiums als wirksame Katalysatoren für die Umesterung zur Herstellung aliphatischer Oligocarbonatpolyole beschrieben.

#### Aufgabenstellung

**[0014]** Aufgabe der vorliegenden Erfindung war es nun, weitere geeignete Katalysatoren für die Umesterungsreaktion von organischen Carbonaten mit aliphatischen Polyolen zur Herstellung von aliphatischen Oligocarbonatpolyolen zu finden.

**[0015]** Es wurde nun gefunden, dass Acetylacetonatverbindungen der Metalle mit Ordnungszahl 39, 57, 59 bis 69 oder 71 des PSE solche Katalysatoren sind.

**[0016]** Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist daher ein Verfahren zur katalysierten Herstellung von Oligocarbonatpolyolen mit einem zahlenmittleren Molekulargewicht von 500 bis 5000 g/mol aus organischen Carbonaten und aliphatischen Polyolen, bei dem als Katalysator Metallacetylacetonate basierend auf Metallen eingesetzt werden, die die Ordnungszahlen im PSE 39, 57, 59 bis 69 oder 71 haben.

**[0017]** Bevorzugt werden als Acetylacetonatverbindungen der Metalle mit den Ordnungszahlen 39, 57, 59 bis 69 oder 71 des PSE die Acetylacetonate der Metalle Yttrium, Praseodym, Neodym, Samarium, Gadolinium, Terbium, Dysprosium, Holmium, Erbium, Thulium und/oder Lutetium, besonders bevorzugt Yttrium, Samarium, Terbium, Dysprosium, Holmium und/oder Erbium verwendet.

**[0018]** Bevorzugt liegen die Metalle in den Acetylacetonatverbindungen in der Oxidationsstufe + III vor.

**[0019]** Ganz besonders bevorzugt ist Yttrium(III)acetylacetonat als Katalysator.

**[0020]** Die erfindungsgemäß verwendeten Acetylacetonate können sowohl als Feststoff als auch in Lösung – z.B. gelöst in einem der Edukte – in das Verfahren eingesetzt werden.

**[0021]** Ihre Konzentration beträgt dabei 0,01 ppm bis 10000 ppm, bevorzugt 0,1 ppm bis 5000 ppm besonders bevorzugt 0,1 ppm bis 1000 ppm, bezogen auf die Gesamtmasse der eingesetzten Edukte.

**[0022]** Im erfindungsgemäßen Verfahren kann sowohl ein einzelnes Metallacetylacetonat als auch eine Mischung mehrerer Metallacetylacetonate als Katalysator eingesetzt werden.

**[0023]** Die Reaktionstemperatur bei der Umesterungsreaktion beträgt typischerweise 40°C bis 250°C, bevorzugt 60°C bis 230°C, besonders bevorzugt 80°C bis 210°C.

**[0024]** Die Umesterungsreaktion kann sowohl unter Atmosphärendruck als auch unter vermindertem oder erhöhtem Druck von 10-3 bis 103 bar durchgeführt werden.

**[0025]** Die dabei gewählten Einsatzverhältnisse von organischem Carbonat zu aliphatischen Polyolen bestimmt sich dabei nach dem gewünschten zu erreichenden Molekulargewicht des Carbonatpolyols von 500 bis 5000 g/mol.

**[0026]** Als organische Carbonate können z.B. Aryl-, Alkyl- oder Alkylencarbonate, die durch ihre einfache Herstellbarkeit und gute Verfügbarkeit bekannt sind, verwendet werden. Als Beispiele seien genannt: Diphenylcarbonat (DPC), Dimethylcarbonat (DMC), Diethylcarbonat (DEC), Ethylencarbonat, etc.

**[0027]** Bevorzugt werden Diphenylcarbonat, Dimethylcarbonat oder Diethylcarbonat eingesetzt. Ganz besonders bevorzugt werden Diphenylcarbonat oder Dimethylcarbonat verwendet.

**[0028]** Als Reaktionspartner der organischen Carbonate können aliphatische Alkohole mit 2 bis 100 C-Atomen (linear, cyclisch, verzweigt, unverzweigt, gesättigt oder ungesättigt) mit einer OH-Funktionalität  $\geq 2$  (primär, sekundär oder tertiär) eingesetzt werden.

**[0029]** Bevorzugt ist die Hydroxyfunktionalität dieser Polyole höchstens 10, besonders bevorzugt höchstens 6, ganz besonders bevorzugt höchstens 3.

**[0030]** Als Beispiele seien genannt: Ethylenglykol, 1,3-Propylenglykol, 1,3-Butandiol, 1,4-Butandiol, 1,5-Pentandiol, 1,6-Hexandiol, 2-Ethyl-Hexandiol, 3-Methyl-1,5-Pentandiol, Cylohexandimethanol, Trimethylolpropan, Pentaerythrit, Dimerdiol, Diethylenglykol etc.

**[0031]** Ebenso können erfindungsgemäß Polyole eingesetzt werden, die aus einer Ringöffnungsreaktion eines Lactons oder Epoxids mit einem aliphatischen Alkohol (linear, cyclisch, verzweigt, unverzweigt, gesättigt oder ungesättigt) mit einer OH-Funktionalität  $\geq 2$  (primär, sekundär oder tertiär) erhältlich sind, z.B. das Addukt aus  $\epsilon$ -Caprolacton und 1,6 Hexandiol oder  $\epsilon$ -Caprolacton und Trimethylolpropan sowie deren Mischungen.

**[0032]** Schließlich können auch Mischungen verschiedener oben erwähnter Polyole als Edukte eingesetzt werden.

**[0033]** Bevorzugt sind aliphatische oder cycloaliphatische verzweigte oder unverzweigte, primäre oder sekundäre Polyole mit einer OH-Funktionalität  $\geq 2$ . Besonders bevorzugt sind aliphatische, verzweigte oder unverzweigte, primäre Polyole mit einer Funktionalität  $\geq 2$ .

**[0034]** Bei Verwendung der vorstehend beschriebenen Acetylacetonate kann auf eine abschließende Desaktivierung des Umesterungskatalysators durch z.B. Zusatz von Maskierungsmitteln wie z.B. Phosphorsäure, Dibutylphosphat, Oxalsäure, etc. oder Fällungsreagenzien, wie z.B. Wasser verzichtet werden. Die resultierenden metallacetylacetonathaltigen Oligocarbonatpolyole sind somit ohne weitere Behandlung als Rohstoffe z.B. für die Polyurethanherstellung geeignet.

**[0035]** Ein weiterer Gegenstand der vorliegenden Erfindung sind die nach dem vorstehend beschriebenen Verfahren erhältlichen Oligocarbonatpolyole.

**[0036]** Diese weisen einen niedrigeren Gehalt an Ethergruppen auf als Oligocarbonatdirole, die mit Katalysatoren des Standes der Technik hergestellt wurden. Dies hat unmittelbaren Einfluss auf die Eigenschaften der aus ihnen hergestellten Folgeprodukte wie NCO-terminierte Prepolymere. Diese zeigen eine bessere Lagerstabilität als die mit den Oligocarbonatdiolen des Standes der Technik hergestellten Prepolymere. Außerdem weisen aus diesen Oligocarbonatdiolen hergestellte Gießelastomere eine höhere Heißluftbeständigkeit auf.

**[0037]** Es hat sich zudem gezeigt, dass Metallacetylacetonate basierend auf Metallen, die die Ordnungszahlen im PSE 39, 57, 59 bis 69 oder 71 haben, auch vorteilhaft zur Katalyse anderer Veresterungs- oder Umesterungsreaktionen eingesetzt werden können, beispielsweise zur Herstellung von Polyestern oder Polyacrylaten. Die Katalysatoren können dann bei weiteren Umsetzungen im Produkt verbleiben, da sie die Reaktion der Polyole mit Polyisocyanaten nicht negativ beeinflussen.

#### Ausführungsbeispiel

**[0038]** Die in den nachfolgenden Beispielen beschriebenen NCO-Gehalte wurde in einer Dreifachbestimmung gemäß DIN EN ISO 11909 ermittelt. Die Viskositäten wurden nach DIN EN ISO 3219 mit Hilfe des Gerätes RotoVisco® der Fa. Haake, Karlsruhe, Deutschland bestimmt.

**[0039]** Die in den Beispielen 2 und 3 aufgeführten Gehalte an Verbindungen, die abweichend von der theoretischen hydroxyfunktionellen Zielverbindung endständig Methylethergruppen tragen, wurden über  $^1\text{H-NMR}$ -Analytik und die integrale Auswertung der entsprechenden Signale ermittelt. Die angegebenen Ge-

halte können als Anteile der aufgeführten Verbindung bezogen auf 1 mol der theoretischen Zielverbindung mit zwei endständigen Hydroxylgruppen angesehen werden.

## Beispiel 1

**[0040]** In einem 20 ml Rollrandglasgefäß wurden Dimethylcarbonat (3,06 g) und 1-Hexanol (6,94 g) im Molverhältnis 1:2 zusammen mit je einer konstanten Menge ( $5,7 \cdot 10^{-6}$  mol) eines Katalysators (siehe Tabelle 1) gemischt und mit einem Septum aus Naturkautschuk inkl. Gasauslass verschlossen. Lag der eingesetzte Katalysator bei Raumtemperatur im festen Aggregatzustand vor, so wurde dieser in einem der Edukte zunächst gelöst. Unter Rühren wurde das Reaktionsgemisch für sechs Stunden auf 80°C erhitzt. Nach Abkühlung auf Raumtemperatur erfolgte eine Analyse des Produktspektrums mittels Gaschromatographie, gegebenenfalls gekoppelt mit massenspektrometrischen Untersuchungen. Die Gehalte an Umsetzungsprodukten, nämlich an Methyl-Hexyl-Carbonat bzw. Dihexylcarbonat, welche als Maß für die Aktivität des verwendeten Umesterungskatalysators aufgefasst werden können, wurden durch integrale Auswertung der jeweiligen Gaschromatogramme quantifiziert. Die Ergebnisse dieser Aktivitätsuntersuchungen sind in Tabelle 1 aufgeführt.

Tabelle 1

## Eingesetzte Katalysatoren und Gehalte an Umsetzungsprodukten

Nr.	Katalysator	Gehalt an Methyl-Hexyl-Carbonat [Flächen-%]	Gehalt an Dihexylcarbonat [Flächen-%]	Summe der Gehalte [Flächen-%]
1	ohne Katalysator	4,0	0,1	4,1
2	Dibutylzinnoxid	5,1	0,2	5,3
3	Dibutylzinnlaurat	3,4	0,1	3,5
4	Bis (tributylzinn) oxid	3,7	0,0	3,7

Nr.	Katalysator	Gehalt an Methyl-Hexyl-Carbonat [Flächen-%]	Gehalt an Dihexylcarbonat [Flächen-%]	Summe der Gehalte [Flächen-%]
5	Titantetraisopropylat	1,9	0,0	1,9
6	Magnesiumcarbonat	2,1	0,1	2,2
7	Scandium(III)acetylacetonat	6,0	0,3	6,3
8	Yttrium(III)acetylacetonat	29,4	13,5	42,9
9	Lanthan(III)acetylacetonat	13,7	1,2	14,9
10	Cer(III)acetylacetonat	0,8	0,0	0,8
11	Praseodym(III)acetylacetonat	23,3	4,7	28,0
12	Neodym(III)acetylacetonat	19,5	2,9	22,4
13	Samarium(III)acetylacetonat	27,4	8,7	36,1
14	Gadolinium(III)acetylacetonat	25,9	6,4	32,3
15	Terbium(III)acetylacetonat	27,6	8,5	36,1
16	Dysprosium(III)acetylacetonat	27,5	7,9	35,4
17	Holmium(III)acetylacetonat	28,5	8,2	36,7
18	Erbium(III)acetylacetonat	28,3	9,0	37,3
19	Thulium(III)acetylacetonat	24,8	6,5	31,3
20	Lutetium(III)acetylacetonat	26,9	7,3	34,2

**[0041]** Wie aus den vorstehenden Versuchen deutlich wird, eignen sich die erfindungsgemäß einzusetzenden Metallacetylacetonate sehr gut als Umesterungskatalysatoren zur Herstellung von Oligocarbonatpolyolen. Die Versuche Nr. 7 und 10 zeigen ferner, dass sich nicht alle Übergangsmetallacetylacetonate zur Katalyse der Umesterung eignen.

#### Beispiel 2

##### Herstellung eines aliphatischen Oligocarbonatdiols mit Yttrium(III)acetylacetonat

**[0042]** In einem 5 l Druckreaktor mit Destillationsaufsatz, Rührer und Vorlage wurden 1759 g 1,6-Hexandiol mit 0,02 g Yttrium(III)acetylacetonat vorgelegt. Es wurde ein Stickstoffdruck von 2 bar angelegt und auf 160°C erhitzt. Danach wurden innerhalb von 3 h 1245,5 g Dimethylcarbonat zudosiert, wobei der Druck gleichzeitig auf 3,9 bar anstieg. Danach wurde die Reaktionstemperatur auf 185°C erhöht und das Reaktionsgemisch 1 h lang gerührt. Schließlich wurden innerhalb von 3 h weitere 1245,5 g Dimethylcarbonat zudosiert, wobei der Druck auf 7,5 bar anstieg. Nach erfolgter Zugabe wurde weitere 2 h nachgerührt wobei der Druck auf 8,2 bar anstieg. Während des gesamten Umesterungsprozesses war der Übergang zur Destille und Vorlage immer geöffnet, so dass entstehendes Methanol als Gemisch mit Dimethylcarbonat abdestillieren konnte. Schließlich wurde das Reaktionsgemisch innerhalb von 15 Minuten auf Normaldruck entspannt, die Temperatur wurde auf 150°C gesenkt und es wurde für eine weitere Stunde bei dieser Temperatur weiter abdestilliert. Danach wurde zur Entfernung von überschüssigem Dimethylcarbonat und Methanol sowie zur Entkappung (Nutzbarmachung) der endständigen OH-Gruppen der Druck auf 10 mbar abgesenkt. Nach zwei Stunden wurde schließlich die Temperatur innerhalb von 1 h auf 180°C erhöht und für weitere 4 h gehalten. Das resultierende Oligocarbonatdiol hatte eine OH-Zahl von 5 mg KOH/g.

**[0043]** Der Reaktionsansatz wurde belüftet, mit 185 g 1,6-Hexandiol versetzt und unter Normaldruck für 6 h auf 180°C erhitzt. Anschließend wurde der Druck bei 180°C für 6 h auf 10 mbar abgesenkt.

**[0044]** Nach Belüftung und Abkühlung des Reaktionsansatzes auf Raumtemperatur, erhielt man ein farblos-

ses, wachsartiges Oligocarbonatdiol mit folgenden Kennzahlen:  $M_n = 2000$  g/mol; OH-Zahl = 56,5 mg KOH/g; Methylethergehalt: <0,1 mol %; Viskosität: 2800 mPas bei 75°C

#### Beispiel 3 (Vergleich)

Herstellung eines aliphatischen Oligocarbonatdiols unter Verwendung eines aus dem Stand der Technik bekannten Katalysators

**[0045]** In einem 5 l Druckreaktor mit Destillationsaufsatz, Rührer und Vorlage wurden 1759 g 1,6-Hexandiol mit 0,02 g Titantetraisopropylat vorgelegt. Es wurde ein Stickstoffdruck von 2 bar angelegt und auf 160°C erhitzt. Danach wurden innerhalb von 1h 622,75 g Dimethylcarbonat zudosiert, wobei der Druck gleichzeitig auf 3,9 bar anstieg. Danach wurde die Reaktionstemperatur auf 180°C erhöht und weitere 622,75 g Dimethylcarbonat wurden innerhalb 1h zugegeben. Schließlich wurden innerhalb von 2h weitere 1245,5 g Dimethylcarbonat bei 185°C zudosiert, wobei der Druck auf 7,5 bar anstieg. Nach erfolgter Zugabe wurde bei dieser Temperatur eine weitere Stunde gerührt. Während des gesamten Umesterungsprozesses war der Übergang zur Destille und Vorlage immer geöffnet, so dass entstehendes Methanol im Gemisch mit Dimethylcarbonat abdestillieren konnte. Schließlich wurde das Reaktionsgemisch innerhalb von 15 Minuten auf Normaldruck entspannt, die Temperatur auf 160°C gesenkt und es wurde für eine weitere Stunde bei dieser Temperatur weiter abdestilliert. Danach wurde zur Entfernung von überschüssigem Methanol und Dimethylcarbonat sowie zur Entkappung (Nutzbarmachung) der endständigen OH-Gruppen der Druck auf 15 mbar abgesenkt. Nach weiteren 4 h Destillation bei diesen Bedingungen wurde der Reaktionsansatz belüftet. Das resultierende Oligocarbonatdiol hatte eine OH-Zahl von 116 mg KOH/g. Daraufhin wurde der Reaktionsansatz, mit 60 g Dimethylcarbonat versetzt und bei einem Druck von 2,6 bar für 6 h auf 185°C erhitzt.

**[0046]** Anschließend wurde der Druck bei 185°C für 8 h auf 15 mbar abgesenkt. Nach Belüftung und Konfektionierung des Reaktionsproduktes mit 0,04 g Dibutylphosphat als Katalysatordeaktivator sowie Abkühlung des Reaktionsansatzes auf Raumtemperatur erhielt man ein farbloses, wachsartiges Oligocarbonatdiol mit folgenden Kennzahlen  $M_n = 2000$  g/mol; OH-Zahl = 56,5 mg KOH / g; Methylethergehalt: 3,8 mol %; Viskosität: 2600 mPas bei 75°C Der Ethergehalt des in Beispiel 2 erhaltenen Oligocarbonatdiols ist deutlich niedriger als der des in Beispiel 3 erhaltenen Oligocarbonatdiols. Dies hat unmittelbaren Einfluss auf die Heißluftbeständigkeit von aus diesen Polyolen hergestellten Gießelastomeren.

#### Beispiel 4

Verwendung des aliphatischen Oligocarbonatdiols aus Beispiel 2 als Rohstoff zur Herstellung eines Polyurethanprepolymeren

**[0047]** In einen 250 ml Dreihalskoben mit Rührer und Rückflusskühler wurden 50,24 g Diphenylmethan-4,4'-diisocyanat bei 80°C vorgelegt und 99,76 g auf 80°C erwärmtes aliphatisches Oligocarbonatdiol aus Beispiel 2 wurden langsam unter Stickstoffatmosphäre zugegeben (Äquivalentverhältnis Isocyanat zu Polyol = 1,00: 0,25). Nach beendeter Zugabe wurde 30 Minuten nachgerührt.

**[0048]** Man erhielt ein flüssiges, hochviskoses Polyurethanprepolymer mit folgenden Kenndaten: NCO-Gehalt: 8,50 Gew.-%; Viskosität: 6600 mPas @ 70°C.

**[0049]** Anschließend wurde das Prepolymere weitere 72h bei 80°C gelagert und dann wurden die Viskosität und der NCO-Gehalt überprüft.

**[0050]** Nach Lagerung erhielt man ein flüssiges Produkt mit folgenden Kenndaten: NCO-Gehalt: 8,40 Gew.-%; Viskosität: 7000 mPas @ 70°C (entspricht einer Viskositätszunahme von 6,1 %);

#### Beispiel 5 (Vergleich)

Verwendung des aliphatischen Oligocarbonatdiols aus Beispiel 3 als Rohstoff zur Herstellung eines Polyurethanprepolymeren

**[0051]** In einen 250 ml Dreihalskoben mit Rührer und Rückflusskühler, wurden 50,24 g Diphenylmethan-4,4'-diisocyanat bei 80°C vorgelegt und 99,76 g auf 80°C erwärmtes aliphatisches Oligocarbonatdiol aus Beispiel 4 wurden langsam unter Stickstoffatmosphäre zugegeben (Äquivalentverhältnis Isocyanat zu Polyol = 1,00: 0,25). Nach beendeter Zugabe wurde 30 Minuten nachgerührt.

**[0052]** Man erhielt ein flüssiges, hochviskoses Polyurethanprepolymer mit folgenden Kenndaten: NCO-Gehalt: 8,5 Gew.-% ; Viskosität: 5700 mPas @ 70°C.

**[0053]** Anschließend wurde das Prepolymere weitere 72 h bei 80°C gelagert und dann wurden die Viskosität und der NCO-Gehalt überprüft. Nach Lagerung erhielt man ein festes (vergeltes) Produkt.

**[0054]** Wie aus dem Vergleich der Viskositäten der Beispiele 4 und 5 hervorgeht, steigt die Viskosität des Prepolymeren aus Beispiel 5 bei Lagerung so stark an, dass dieses in den Gelzustand übergeht, während die Zunahme der Viskosität in Beispiel 4 mit 6,4 % weit unterhalb der kritischen Marke von 20 % liegt.

**[0055]** Damit wird deutlich, dass aliphatische Oligocarbonatpolyole, welche unter Verwendung eines oder mehrerer erfindungsgemäßen Katalysatoren hergestellt wurden, eine deutlich geringere und somit vorteilhaftere Aktivität bezüglich der Umsetzung mit (Poly)Isocyanaten zu (Poly)Urethanen aufweisen als solche, die mit Hilfe von aus dem Stand der Technik bekannten Katalysatoren hergestellt wurden, obwohl diese zusätzlich „inaktiviert“ wurden.

### Patentansprüche

1. Verfahren zur katalysierten Herstellung von Oligocarbonatpolyolen mit einem zahlenmittleren Molekulargewicht von 500 bis 5000 g/mol aus organischen Carbonaten und aliphatischen Polyolen, bei dem als Katalysator Metallacetylacetonate basierend auf Metallen eingesetzt werden, die die Ordnungszahlen im PSE 39, 57, 59 bis 69 oder 71 haben.

2. Verfahren zur katalysierten Herstellung von Oligocarbonatpolyolen gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ein Metallacetylacetonat auf Basis von Yttrium, Samarium, Terbium, Dysprosium, Holmium und/oder Erbium verwendet wird.

3. Verfahren zur katalysierten Herstellung von Oligocarbonatpolyolen gemäß Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass als Katalysator Yttrium(III)acetylacetonat verwendet wird.

4. Verfahren zur katalysierten Herstellung von Oligocarbonatpolyolen gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Verfahrenstemperatur 80 bis 210°C beträgt.

5. Verfahren zur katalysierten Herstellung von Oligocarbonatpolyolen gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass als aliphatisches Polyol aliphatische, verzweigte oder unverzweigte, primäre Polyole mit einer OH-Funktionalität von  $\geq 2$  eingesetzt werden.

6. Verfahren zur katalysierten Herstellung von Oligocarbonatpolyolen gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass als organisches Carbonat Diphenylcarbonat oder Dimethylcarbonat eingesetzt wird.

7. Oligocarbonatpolyole erhältlich nach einem Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 6.

8. Verwendung der Oligocarbonatpolyole gemäß Anspruch 7 zur Herstellung von Polyurethanen.

9. Polyurethane und Polyurethanprepolymere erhältlich aus Oligocarbonatpolyolen gemäß Anspruch 7.

Es folgt kein Blatt Zeichnungen