



(12) Ausschließungspatent

(11) DD 298 119 A5

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1  
Patentgesetz der DDR  
vom 27. 10. 1983  
in Übereinstimmung mit den entsprechenden  
Festlegungen im Einigungsvertrag

5(51) C 08 G 18/77  
C 07 C 265/16  
C 09 D 175/04

DEUTSCHES PATENTAMT

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21)	DD C 08 G / 343 326 6	(22)	08.08.90	(44)	06.02.92
(31)	P3926389.4	(32)	10.08.89	(33)	DE

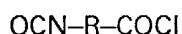
(71) siehe (73)  
(72) Schmalstieg, Lutz, Dr. Dipl.-Chem.; Pedain, Josef, Dr. Dipl.-Chem.; Nachtkamp, Klaus, Dr. Dipl.-Chem.; Kahl, Lothar, Dr. Dipl.-Chem.; Schönfelder, Manfred, Dr. Dipl.-Chem., DE  
(73) BAYER AKTIENGESELLSCHAFT, W - 5090 Leverkusen, DE  
(74) Bayer AG, Konzernverwaltung RP, Patente Konzern, W - 5090 Leverkusen, DE

**(54) Estergruppen aufweisende Polyisocyanate oder Polyisocyanatgemische, ein Verfahren zur Herstellung derartiger Polyisocyanate oder Polyisocyanatgemische und ihre Verwendung in Polyurethanlacken**

(57) Neue Estergruppen aufweisende Polyisocyanate oder Polyisocyanatgemische, gekennzeichnet durch  
a) einen Gehalt an aliphatisch gebundenen Isocyanatgruppen von 18 bis 33, vorzugsweise 20 bis 33 Gew.-%,  
b) eine (mittlere) NCO-Funktionalität von 4,1 bis 10, vorzugsweise 5 bis 8 und  
c) eine Viskosität von 200 bis 2500, vorzugsweise 500 bis 1000 mPa · s bei 22°C,  
ein Verfahren zur Herstellung der genannten bevorzugten Polyisocyanate oder Polyisocyanatgemische durch Umsetzung von aliphatischen Isocyanatcarbonsäurechloriden mit 5 und/oder 6 Hydroxylgruppen aufweisenden Zuckern oder Zuckeralkoholen, deren Hydroxylgruppen in silylierter Form vorliegen, und die Verwendung der neuen Polyisocyanate oder Polyisocyanatgemische als Isocyanatkomponente in Zweikomponenten-Polyurethanlacken.

**Patentansprüche:**

1. Estergruppen aufweisende Polyisocyanate oder Polyisocyanatgemische, **gekennzeichnet durch**
  - a) einen Gehalt an aliphatisch gebundenen Isocyanatgruppen von 18 bis 33 Gew.-%,
  - b) eine (mittlere) NCO-Funktionalität von 4,1 bis 10 und
  - c) eine Viskosität von 200 bis 2500 mPa · s bei 22°C.
2. Estergruppen aufweisende Polyisocyanate oder Polyisocyanatgemische gemäß Anspruch 1, **gekennzeichnet durch**
  - a) einen Gehalt an aliphatisch gebundenen Isocyanatgruppen von 20 bis 33 Gew.-%,
  - b) eine (mittlere) NCO-Funktionalität von 5 bis 8 und
  - c) eine Viskosität von 500 bis 1000 mPa · s bei 22°C.
3. Verfahren zur Herstellung von Estergruppen aufweisenden Polyisocyanaten oder Polyisocyanatgemischen gemäß Anspruch 2 durch Umsetzung von Isocyanatocarbonylchloriden der Formel



in welcher

R für einen gesättigten aliphatischen Kohlenwasserstoffrest mit 2 bis 5 Kohlenstoffatomen steht, mit O-silylierten, mehrwertigen Alkoholen bei 50 bis 150°C unter destillativer Entfernung des sich bildenden trisubstituierten Chlorsilans, **dadurch gekennzeichnet**, daß man als O-silylierte mehrwertige Alkohole 5 und/oder 6 Hydroxylgruppen aufweisende Zucker oder Zuckeralkohole verwendet, in denen alle Hydroxylgruppen in silylierter Form vorliegen.

4. Verwendung der Estergruppen aufweisenden Polyisocyanate oder Polyisocyanatgemische gemäß Ansprüchen 1 und 2 als Isocyanatkomponente in Zweikomponenten-Polyurethanlacken.

Die Erfindung betrifft Estergruppen aufweisende aliphatische Polyisocyanate mit besonders hoher Funktionalität bei gleichzeitig extrem niedriger Viskosität, ein Verfahren zur Herstellung von derartigen Polyisocyanaten bzw. Polyisocyanatgemischen und ihre Verwendung als Isocyanatkomponente in Zweikomponenten-Polyurethanlacken.

Höherfunktionelle Polyisocyanate mit aliphatisch gebundenen Isocyanatgruppen haben als Isocyanatkomponente für Zweikomponenten-Polyurethanlacke größte wirtschaftliche und technische Bedeutung erlangt. Diese „Lackpolyisocyanate“ des Standes der Technik werden im allgemeinen durch Biuretisierung, Trimerisierung oder Urethanisierung von niedermolekularen Diisocyanaten, insbesondere Hexamethylen-diisocyanat, hergestellt.

Verfahren zur Herstellung aliphatischer Polyisocyanate mit Biuretstruktur sind in großer Anzahl bekannt. Monomerenfreie, durch Biuretisierung hergestellte handelsübliche Lackpolyisocyanate besitzen im allgemeinen mittlere Funktionalitäten zwischen 3 und 4, wobei Produkte mit hoher, d. h. nach an 4 liegender Funktionalität zwangsläufig eine höhere Viskosität besitzen als solche mit niedriger, d. h. nahe an 3 liegender Funktionalität.

Besonders niedrigviskose Biuret-polyisocyanate werden z. B. in US-PS 3903127 beschrieben. Die Abhängigkeit zwischen Funktionalität und Viskosität demonstriert eindrucksvoll Beispiel 3 dieser Veröffentlichung. Das Polyisocyanat mit der Funktionalität 3 besitzt eine Viskosität von 750 mPa · s/20°C (Bsp. 3e). Ist im Gemisch ein Anteil von 18% an höherfunktionellen Produkten enthalten, so steigt die Viskosität auf 1350 mPa · s/20°C (Bsp. 3b). Steigt der Anteil höherfunktioneller Produkte auf 28%, so besitzt das Gemisch eine Viskosität von 2560 mPa · s/20°C (Bsp. 3a).

Bei den Isocyanatgruppen aufweisenden Polyisocyanaten, deren Herstellung ebenfalls in zahlreichen Veröffentlichungen beschrieben wird, liegen die Verhältnisse ähnlich. Die im allgemeinen eine mittlere Funktionalität von 3 bis 4 aufweisenden Polyisocyanate weisen bei vergleichbarer Funktionalität eine etwas niedrigere Viskosität als die Biuretgruppen aufweisenden Polyisocyanate auf. In der DE-OS 3810908 werden beispielsweise besonders niedrigviskose, Isocyanatgruppen aufweisende Polyisocyanate beschrieben: Enthält die Oligomerenmischung einen Anteil von 30% an Produkten mit einer Funktionalität größer als 3, so beträgt die Viskosität 1300 mPa · s/25°C (Bsp. 1). Enthält die Mischung einen Anteil an Produkten mit einer Funktionalität größer als 3 von 25%, so beträgt die Viskosität nur 1000 mPa · s/25°C (Bsp. 2).

Die Herstellung von Lackpolyisocyanaten durch Urethanisierung niedermolekularer Diisocyanate mit mehrwertigen Alkoholen liefert hochviskose bis harzartige Produkte, die nur unter Zusatz von organischen Lösungsmitteln zu verarbeiten sind.

Wesentlich niedrigere Viskositäten besitzen nur Polyisocyanate, die einen großen Anteil an Uretdionstrukturen aufweisen, wie sie z. B. in US-PS 4614785 beschrieben werden. Diese Polyisocyanate weisen jedoch im allgemeinen eine unter 3 liegende mittlere Funktionalität auf, so daß die niedrige Viskosität mit dem Nachteil einer niedrigen Funktionalität erkauft werden muß.

Andererseits ist die mittlere NCO-Funktionalität bezüglich der Eignung der Polyisocyanate zur Herstellung von hochwertigen Lacküberzügen von großer Bedeutung: Je höher die Funktionalität, desto höher ist die Vernetzungsdichte im Lackfilm und damit dessen Widerstandsfähigkeit. Die mit den hohen Funktionalitäten verbundenen höheren Viskositäten sind jedoch andererseits nachteilig, da sie einen vermehrten Einsatz organischer Lösungsmittel zur Einstellung der erforderlichen Applikationsviskositäten notwendig machen.

Es war daher die der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe, neue Lackpolyisocyanate bereitzustellen, die bei hoher Funktionalität gleichzeitig eine niedrige Viskosität aufweisen, so daß sie zur Herstellung von hochwertigen, lösungsmittelarmen oder -freien Zweikomponenten-Polyurethanlacken verwendet werden können.

Diese Aufgabe konnte mit der Bereitstellung der nachstehend näher beschriebenen Polyisocyanate bzw. Polyisocyanatgemische gelöst werden. Die neuen erfindungsgemäßen Lackpolyisocyanate weisen bei einer mittleren Funktionalität von mindestens 4,1, vorzugsweise mindestens 4,5 und besonders bevorzugt von mindestens 5 und eine Viskosität von maximal 2500 mPa · s/22°C, vorzugsweise von maximal 1000 mPa · s/22°C auf.

Von der chemischen Struktur her gesehen, handelt es sich bei den neuen Polyisocyanaten um Estergruppen aufweisende Polyisocyanate eines unter 2000 liegenden mittleren Molekulargewichts und einer mittleren Funktionalität von mindestens 4,1.

Estergruppenhaltige Polyisocyanate sind schon früher bekannt geworden. So sind beispielsweise in DE-OS 2 120 090 estergruppenhaltige Polyisocyanat-Prepolymere mit mittleren Molekulargewichten von ca. 900 bis 20000 beschrieben, die sich zur Ausrüstung von Textilien eignen. Diese Produkte werden aus verdünnten Lösungen angewendet. Zur Formulierung lösungsmittelarmer Zweikomponentenlacke sind sie nicht geeignet. Weiterhin ist in DE-OS 3 634 248 ein Verfahren zur Herstellung estergruppenhaltiger Polyisocyanate beschrieben, das sich im Prinzip auch zur Herstellung der erfindungsgemäßen Polyisocyanate eignet. Allerdings werden in der DE-OS 3 634 248 hochfunktionelle Polyisocyanate der erfindungsgemäßen Art bzw. ihre Herstellung nicht beschrieben, da zur Herstellung der Estergruppen aufweisenden Polyisocyanate lediglich Alkohole mit einer maximalen Funktionalität von 4 zu Polyisocyanaten umgesetzt werden, die destillierte, analysenreine Verbindungen darstellen, deren Funktionalität der Funktionalität der ihnen zugrunde liegenden mehrwertigen Alkohole entspricht.

Polyisocyanatgemische auf Basis von 4wertigen Alkoholen, die neben den entsprechenden tetrafunktionellen Polyisocyanaten höherfunktionelle Homologe aufweisen und daher eine mittlere Funktionalität von mindestens 4,1 aufweisen, sind in der Vorveröffentlichung ebensowenig beschrieben wie ein Verfahren zur Herstellung von hochfunktionellen, niedrigviskosen, Estergruppen aufweisenden Polyisocyanaten auf Basis von fünf- oder höherwertigen Polyolen.

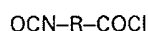
Gegenstand der Erfindung sind Estergruppen aufweisende Polyisocyanate oder Polyisocyanatgemische, gekennzeichnet durch

- a) einen Gehalt an aliphatisch gebundenen Isocyanatgruppen von 18 bis 33 Gew.-%,
- b) eine (mittlere) NCO-Funktionalität von 4,1 bis 10, vorzugsweise 4,5 bis 10 und
- c) eine Viskosität von 200 bis 2500 mPa · s bei 22°C.

Gegenstand der Erfindung sind insbesondere auch die besonders bevorzugten derartigen Estergruppen aufweisenden Polyisocyanate oder Polyisocyanatgemische, gekennzeichnet durch

- a) einen Gehalt an aliphatisch gebundenen Isocyanatgruppen von 20 bis 33 Gew.-%,
- b) eine (mittlere) NCO-Funktionalität von 5 bis 8 und
- c) eine Viskosität von 500 bis 1000 mPa · s bei 22°C.

Gegenstand der Erfindung ist auch ein Verfahren zur Herstellung der letztgenannten besonders bevorzugten erfindungsgemäßen Polyisocyanate oder Polyisocyanatgemische durch Umsetzung von Isocyanatocarbonsäurechloriden der Formel



in welcher

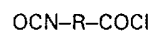
R für einen gesättigten aliphatischen Kohlenwasserstoffrest mit 2 bis 5 Kohlenstoffatomen steht, mit O-silylierten, mehrwertigen Alkoholen bei 50 bis 150°C unter destillativer Entfernung des sich bildenden trisubstituierten Chlorsilans, dadurch gekennzeichnet, daß man als O-silylierte, mehrwertige Alkohole 5 und/oder 6 Hydroxylgruppen aufweisende Zucker oder Zuckeralkohole verwendet, in denen alle Hydroxylgruppen in silylierter Form vorliegen.

Gegenstand der Erfindung ist schließlich auch die Verwendung der erfindungsgemäßen Polyisocyanate oder Polyisocyanatgemische als Isocyanatkomponente in Zweikomponenten-Polyurethanlacken.

Die bevorzugten erfindungsgemäßen Polyisocyanate oder Polyisocyanatgemische weisen eine mittlere NCO-Funktionalität von mindestens 4,5 auf. Dies gilt auch für erfindungsgemäße Polyisocyanatgemische auf Basis von 4wertigen Alkoholen. Die erfindungsgemäß besonders bevorzugten Polyisocyanate oder Polyisocyanatgemische basieren auf 5- und/oder 6wertigen Alkoholen und werden nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellt.

Grundsätzlich erfolgt die Herstellung der erfindungsgemäßen Polyisocyanate oder Polyisocyanatgemische durch Umsetzung von Isocyanatocarbonsäurechloriden mit O-silylierten mehrwertigen Alkoholen, wobei bei der Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Herstellung der besonders bevorzugten erfindungsgemäßen Polyisocyanate oder Polyisocyanatgemische Zucker und/oder Zuckeralkohole mit 5 und/oder 6 Hydroxylgruppen pro Molekül eingesetzt werden, deren Hydroxylgruppen ausschließlich in silylierter Form vorliegen.

Als Isocyanatocarbonsäurechloride kommen insbesondere Verbindungen der allgemeinen Formel

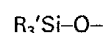


in Betracht, in welcher

R für einen zweiwertigen, gesättigten aliphatischen Kohlenwasserstoffrest mit 2 bis 5 Kohlenstoffatomen steht, wobei zwischen der Isocyanatgruppe und der Chlorcarbonylgruppe mindestens 2 Kohlenstoffatome angeordnet sind.

Gut geeignet sind beispielsweise 3-Isocyanatopropionsäurechlorid, 4-Isocyanatobuttersäurechlorid oder 6-Isocyanatocaprinsäurechlorid.

Unter „O-silylierten Hydroxylgruppen“ sind im Rahmen der Erfindung Struktureinheiten der Formel



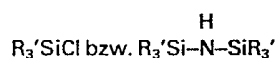
zu verstehen, wobei

R' für einen Alkyl- oder Arylrest, vorzugsweise eine C<sub>1</sub>-C<sub>4</sub>-Alkylgruppe und besonders bevorzugt für eine Methylgruppe steht.

Als Reaktionspartner für die Isocyanatocarbonsäurechloride kommen bei der Herstellung der erfindungsgemäßen Polyisocyanate oder Polyisocyanatgemische 4- bis 8wertige, vorzugsweise 5- und/oder 6wertige Alkohole in Betracht, deren Hydroxylgruppen in silylierter Form vorliegen. Geeignete mehrwertige Alkohole zur Herstellung dieser Vorprodukte sind

beispielsweise Pentaerythrit, Mannit, Sorbit, Formit, Fruktose, Glukose, Saccharose, Lactose oder beliebige andere Zucker oder Zuckeralkohole mit 4 bis 8 Hydroxylgruppen pro Molekül. Auch beliebige Gemische derartiger mehrwertiger Alkohole können verwendet werden.

Die Herstellung der silylierten Ausgangsmaterialien aus diesen mehrwertigen Alkoholen erfolgt dabei nach beliebigen Methoden wie sie beispielsweise beschrieben sind in M. Lalonde und C. H. Chan, *Synthesis* 1985, S. 817–845. Geeignet zur Silylierung der Polyhydroxylverbindungen sind z. B. Chlorsilane und/oder Disilazane der allgemeinen Formel



worin

R' die obengenannte Bedeutung hat.

Die Natur des Restes R' ist jedoch für die Herstellung der erfindungsgemäßen Polyisocyanate von untergeordneter Bedeutung. Die Silylierung von Zuckeralkoholen wurde beispielsweise von M. M. Sprung und L. S. Nelson in *J. Org. Chem.* **20**, S. 1750 (1955) und die Silylierung von Zuckern von F. A. Henglein und K. Scheinost in *Makromol. Chem.* **21**, S. 59 (1956) beschrieben.

Zur Herstellung der Polyisocyanate werden die Mengen an Isocyanatocarbonylchlorid und Silylether im allgemeinen so gewählt, daß auf jedes Mol Chlorcarbonylgruppen 1,0 bis 1,2 Mol silylierte Hydroxylgruppen entfallen. Vorzugsweise wird unter Einhaltung von äquimolaren Mengen der Einsatzstoffe gearbeitet. Die Umsetzung der silylierten Hydroxylverbindungen mit Isocyanatosäurechloriden erfolgt im allgemeinen im Temperaturbereich von 50–150°C, vorzugsweise 60–100°C.

Gegebenenfalls können die für diese Reaktion bekannten Katalysatoren wie z. B. Pyridin oder Chinolin zugesetzt werden.

Die Reaktion kann auch in Anwesenheit inerte Lösungsmittel durchgeführt werden, jedoch ist die Verfahrensweise ohne Mitverwendung von Lösungsmitteln besonders bevorzugt. Als Nebenprodukt entsteht das den silylierten Hydroxylgruppen entsprechende trisubstituierte Chlorsilan, vorzugsweise Trimethylchlorsilan, das sich destillativ aus dem Reaktionsgemisch entfernen läßt und vorzugsweise während der Umsetzung kontinuierlich abdestilliert wird.

Wegen der bevorzugten Arbeitsweise, derzufolge ein Überschuß von Chlorcarbonylgruppen gegenüber silylierten Hydroxylgruppen vermieden wird, entstehen bei der Umsetzung im wesentlichen chlorfreie, Estergruppen aufweisende Polyisocyanatgemische mit den bereits oben genannten Eigenschaften, die ohne weitere destillative Aufarbeitung der erfindungsgemäßen Aufarbeitung der erfindungsgemäßen Verwendung zugeführt werden können. Es handelt sich im allgemeinen um Polyisocyanatgemische, deren gelochromatographische Analyse das gleichzeitige Vorliegen von Polyisocyanaten einer dem eingesetzten Alkohol entsprechenden Funktionalität als Hauptkomponente und von Polyisocyanaten des doppelten und dreifachen Molekulargewichts dieser Hauptkomponente als Nebenkomponente aufzeigt. Die aus Isocyanatgehalt und dampfdruckosmometrisch bestimmtem Molekulargewicht errechenbare mittlere Funktionalität liegt daher auch bei Verwendung von vierwertigen Alkoholen stets bei mindestens 4,1, vorzugsweise bei mindestens 4,5.

Auch bei Einsatz von fünf- und höherwertigen Alkoholen, wird vorzugsweise wie oben angegeben verfahren. Dies bedeutet, es wird vorzugsweise ebenfalls darauf geachtet, daß bei der Umsetzung maximal äquivalente Mengen an Isocyanat und Carbonylchlorid, bezogen auf die silylierten Hydroxylgruppen, zum Einsatz gelangen, so daß als Umsetzungsprodukte praktisch chlorfreie Polyisocyanatgemische anfallen, die eine mittlere Funktionalität aufweisen, die über der Funktionalität des eingesetzten Alkohols liegt, und die undestilliert der erfindungsgemäßen Verwendung zugeführt werden können. Es ist jedoch auch möglich, nach der Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens unter Verwendung von fünf- und/oder sechswertigen Alkoholen der beispielhaft genannten Art in O-silylierter Form die anfallenden Umsetzungsprodukte beispielsweise durch Hochvakuumdestillation aufzuarbeiten, so daß als Destillat die vorstehend bereits angesprochene Hauptkomponente anfällt, deren Funktionalität der Funktionalität des eingesetzten Alkohols entspricht. Bei einer derartigen destillativen Aufarbeitung der Reaktionsgemische können selbstverständlich auch höher als äquimolare Mengen an Isocyanatocarbonylchlorid, bezogen auf silylierte Alkohole, d. h., die bis zu 1,2fach äquivalente Menge zum Einsatz gelangen. Höhere Überschüsse wären zwar prinzipiell nicht unmöglich, würden jedoch lediglich zu Ausbeuteverlusten führen.

Die besonders bevorzugten erfindungsgemäßen Polyisocyanate bzw. Polyisocyanatgemische, die nach dem erfindungsgemäßen Verfahren unter Verwendung von fünf- und/oder sechswertigen Alkoholen in O-silylierter Form anfallen, weisen diesen Ausführungen entsprechend, eine (mittlere) NCO-Funktionalität von fünf bis acht auf.

Die erfindungsgemäßen Polyisocyanate bzw. Polyisocyanatgemische zeichnen sich durch Monomerenfreiheit und außergewöhnlich niedrige Viskositäten aus. Durch Verwendung von Gemischen verschiedener silylierter Polyalkohole sind Polyisocyanate jeder gewünschten Funktionalität herstellbar. Mit diesen Eigenschaften sind die erfindungsgemäßen Polyisocyanate hervorragend geeignet für die Herstellung von lösungsmittelarmen bzw. -freien Zweikomponenten-Polyurethanlacken.

Bevorzugte Reaktionspartner für die erfindungsgemäßen Polyisocyanate bei der Herstellung von Polyurethanlacken sind die in der Polyurethanlacktechnik an sich bekannten Polyhydroxypolyester und -ether, Polyhydroxypolyacrylate und ggf. niedermolekularen, mehrwertigen Alkohole. Auch Polyamine, insbesondere in blockierter Form als Polyketimine oder Oxazolidine sind denkbare Reaktionspartner für die erfindungsgemäßen Produkte. Die Mengenverhältnisse, in welchen die erfindungsgemäßen Polyisocyanate und die genannten Reaktionspartner bei der Herstellung von Polyurethanlacken eingesetzt werden, werden im allgemeinen so gewählt, daß auf eine Isocyanatgruppe 0,8–3, vorzugsweise 0,9–1,1, die gegenüber Isocyanatgruppen reaktionsfähige Gruppen entfallen.

Zur Beschleunigung der Aushärtung können in bekannter Weise die in der Isocyanatchemie üblichen Katalysatoren verwendet werden, wie z. B. tert. Amine wie Triethylamin, Pyridin, Methylpyridin, Benzyltrimethylamin, N,N-Dimethylaminocyclohexan, N-Methylpiperidin, Pentamethyldiethylentriamin, N,N'-Endoethylenpiperazin, N,N'-Dimethylpiperazin usw., Metallsalze wie Eisen(III)-chlorid, Zinkchlorid, Zink-2-ethylcaproat, Zinn(II)-2-ethylcaproat, Dibutylzinn(IV)-dilaurat, Molybdänglykolat usw.

Die die erfindungsgemäßen Polyisocyanate oder Polyisocyanatgemische enthaltenden Lacke ergeben Filme, die überraschend gut auf metallischem Untergrund haften, besonders lichtecht, wärmostabil und sehr abriebfest sind. Darüber hinaus zeichnen sie sich durch große Härte, Elastizität, sehr gute Chemikalienbeständigkeit, hohen Glanz, ausgezeichnete Wetterbeständigkeit und gute Pigmentierbarkeit aus.

Solche Lacke können neben den wesentlichen Komponenten gegebenenfalls die in der Lacktechnologie üblichen Pigmente, Verlaufshilfsmittel, Füllstoffe usw. enthalten.

Die folgenden Beispiele erläutern die Erfindung. Ein Vergleich der Eigenschaften eines erfindungsgemäßen 2-Komponenten-Polyurethanlacks mit denen eines nicht erfindungsgemäßen Polyurethanlacks verdeutlicht insbesondere die erfindungsgemäß ermöglichte Erhöhung des Festkörpergehalts bei gleicher Viskosität. Alle Prozentangaben beziehen sich, soweit nichts anderes vermerkt, auf das Gewicht.

#### Beispiel 1

Herstellung eines Polyisocyanatgemisches

424 g (1 Mol) 2,2-Bis(trimethylsiloxymethyl)-1,3-bis-trimethylsiloxypropan, hergestellt durch Silylierung von Pentaerythrit, gemäß M. M. Sprung, L. S. Nelson, J. Org. Chem. 20, S. 1750 (1955) und 702 g (4 Mol) 6-Isocyanatocapronsäurechlorid wurden unter Zusatz von 1 ml Pyridin bei 90–100°C gerührt, bis das IR-Spektrum keine Säurechloridbande mehr zeigt. Während der Reaktion wird entstehendes Trimethylchlorsilan laufend abdestilliert. Nach Entfernen letzter Reste von Trimethylchlorsilan durch Dünnschichtdestillation erhält man ein Polyisocyanat mit folgenden Kenndaten:

NCO-Gehalt: 22,6%

Viskosität bei 22°C: 210 mPa · s

Das dampfdruckosmetrisch bestimmte Molekulargewichtsmittel  $\bar{M}_w$  beträgt 880. Daraus berechnet sich eine Funktionalität von 4,73.

Das Gelchromatogramm zeigt 77 Flächen-% Produkt des theoretischen Molekulargewichts von 692 g und 15,3% eines Produktes mit doppeltem Molekulargewicht und 7,7% eines Produktes mit dreifachem Molekulargewicht.

#### Beispiel 2

Herstellung eines Polyisocyanatgemisches

614 g (1 Mol) Hexa-trimethylsiloxy-Mannit, hergestellt durch Silylierung von Mannit, gemäß M. M. Sprung, L. S. Nelson, J. Org. Chem. 20, S. 1750 (1955) und 1053,6 g (6 Mol) 6-Isocyanatocapronsäurechlorid wurden wie in Beispiel 1 beschrieben zur Reaktion gebracht. Nach Entfernen letzterer Reste von Trimethylchlorsilan durch Dünnschichtdestillation erhält man ein Produkt mit folgenden Kenndaten:

NCO-Gehalt: 23,1%

Viskosität bei 22°C: 750 mPa · s

Das dampfdruckosmetrisch bestimmte Molekulargewichtsmittel  $\bar{M}_w$  beträgt 1110. Daraus berechnet sich eine Funktionalität von 6,56.

Die gelchromatographische Analyse des Produktgemisches zeigt 81 Flächen-% Produkt mit dem theoretischen Molekulargewicht von 1016, 16 Flächen-% Produkt mit dem doppelten Molekulargewicht und 3 Flächen-% Produkt mit dem dreifachen Molekulargewicht.

#### Beispiel 3

Herstellung eines Polyisocyanatgemisches

540 g (1 Mol) Penta-trimethylsiloxy-glucose, hergestellt gemäß F. A. Henglein, K. Scheinost, Makromol. Chem 21, S. 59 (1956) und 877,5 g (5 Mol) 6-Isocyanatocapronsäurechlorid wurden wie in Beispiel 1 beschrieben zur Reaktion gebracht. Nach Entfernen letzter Reste Trimethylchlorsilan durch Dünnschichtdestillation erhält man ein Produkt mit folgenden Kenndaten:

NCO-Gehalt: 22,4%

Viskosität bei 22°C: 800 mPa · s

#### Beispiel 4

Herstellung eines Polyisocyanatgemisches

614 g (1 Mol) Hexa-trimethylsiloxy-sorbit, hergestellt durch Silylierung von Sorbit gemäß M. M. Sprung, L. S. Nelson, J. Org. Chem. 20, S. 1750 (1955) und 801 g (6 Mol) 3-Isocyanatopropionsäurechlorid wurden wie in Beispiel 1 beschrieben zur Reaktion gebracht. Nach Entfernen letzter Reste Trimethylchlorsilan durch Dünnschichtdestillation erhält man ein Produkt mit folgenden Kenndaten:

NCO-Gehalt: 30,1%

Viskosität bei 22°C: 890 mPa · s

#### Beispiel 5

Herstellung eines 2-Komponenten-Polyurethanlacks

100 Gew.-Teile einer Polyollösung, bestehend aus 42 Gew.-Teilen Polyacrylatpolyol A, 28 Gew.-Teilen Polyesterpolyol B und 30 Gew.-Teilen Xylol werden mit 40 Gew.-Teilen Polyisocyanatgemisch aus Beispiel 1, gelöst in 24 Gew.-Teilen

Methoxypropylacetat vermischt (Äquivalentverhältnis von Isocyanatgruppen zu gegenüber Isocyanatgruppen reaktionsfähigen Gruppen = 1:1).

Festkörpergehalt: 67%

Auslaufzeit: 25 sec (DIN-Cup 4)

Prüfergebnisse der Lackfilme:

Einbrennbedingungen: 30 min bei 120°C

Pendelhärte nach König, DIN 53157: 185 sec

Ericksen-Tiefung nach DIN/ISO 1520: 10,0 mm

**Polyacrylatpolyol A**

Copolymerisat mit einem Gehalt an Hydroxylgruppen von 5,45% und an Carboxylgruppen von 1,2% aus  
38,8 Gew.-Teilen Hydroxypropylmethacrylat  
21,6 Gew.-Teilen Styrol  
21,6 Gew.-Teilen Methylmethacrylat  
16 Gew.-Teilen Butylacrylat  
2 Gew.-Teilen Acrylsäure

**Polyesterpolyol B**

Polyesterpolyol mit einem Hydroxylgruppengehalt von 4,85%, hergestellt durch Umsetzung von  
19,5 Gew.-Teilen 2-Ethylhexansäure  
41,2 Gew.-Teilen Trimethylolpropan  
28,5 Gew.-Teilen Hexahydrophthalsäureanhydrid  
10,8 Gew.-Teilen Adipinsäure

**Beispiel 6 (Vergleich)**

Herstellung eines 2-Komponenten-Polyurethanlackes auf Basis eines isocyanuratgruppenhaltigen Polyisocyanatgemisches  
100 Gew.-Teile der Polyollösung aus Beispiel 5 werden mit 42 Gew.-Teilen eines auf Hexamethylendiisocyanat basierenden  
Polyisocyanurat-Polyisocyanats mit einem NCO-Gehalt von 21,5% und einer Viskosität von 3000 mPa · s/22°C,  
(dampfdruckosmometrisch bestimmtes mittleres Molekulargewicht  $\bar{M}_w = 760$ , Funktionalität = 3,89) gelöst in 40 Gew.-Teilen  
Methoxypropylacetat vermischt (Äquivalentverhältnis von Isocyanatgruppen zu gegenüber Isocyanatgruppen reaktionsfähigen  
Gruppen = 1:1).

Festkörpergehalt: 61,5%

Auslaufzeit: 25 sec (DIN-Cup 4)

Prüfergebnisse der Lackfilme:

Einbrennbedingungen: 30 min bei 120°C

Pendelhärte nach König, DIN 53 157: 191 sec

Ericksen-Tiefung nach DIN/ISO 1520: 10,2 mm