



(10) **DE 10 2011 003 148 A1** 2012.07.26

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2011 003 148.0**

(22) Anmeldetag: **26.01.2011**

(43) Offenlegungstag: **26.07.2012**

(51) Int Cl.: **C08J 9/12 (2006.01)**

**C08L 75/04 (2006.01)**

**C08G 77/46 (2006.01)**

(71) Anmelder:

**Evonik Goldschmidt GmbH, 45127, Essen, DE**

(72) Erfinder:

**Hubel, Roland, Dr., 45136, Essen, DE; Terheiden, Annegret, Dr., 46519, Alpen, DE; Schiller, Carsten, Dr., 45470, Mülheim, DE; Henning, Frauke, Dr., 45130, Essen, DE; Schmitz, Sarah, Dr., 45130, Essen, DE**

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

(54) Bezeichnung: **Verwendung von Silikonpolyetherblock-Copolymere mit hochmolekularen nicht endverkappten Polyetherresten als Stabilisatoren zur Herstellung von Polyuretherschäumen niedriger Dichte**

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von Polyurethanschäumen mit einer Dichte von kleiner  $24,0 \text{ kg/m}^3$  bei dem ein Silikonpolyetherblock-Copolymer umfassend ein Polyorganosiloxan, welches mindestens einen Polyetherrest aufweist, eingesetzt wird, welches dadurch gekennzeichnet ist, dass mindestens ein nicht endverkappter Polyetherrest an das Polyorganosiloxan gebunden ist, der ein Molgewicht von größer-gleich  $4500 \text{ g/mol}$  aufweist, sowie Polyurethanschäume und Artikel daraus, die durch das Verfahren erhältlich sind.

### Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von Polyurethanschäumen mit einer Dichte von kleiner 24 kg/m<sup>3</sup> bei dem ein Silikonpolyetherblock-Copolymer umfassend ein Polyorganosiloxan, welches mindestens einen Polyetherrest aufweist, eingesetzt wird, welches dadurch gekennzeichnet ist, dass mindestens ein nicht endverkappter Polyetherrest an das Polyorganosiloxan gebunden ist, der ein gewichtsmittleres Molgewicht von größer-gleich 4500, bevorzugt größer-gleich 5000 g/mol aufweist, und Polyurethanschäume, die durch das Verfahren erhältlich sind, sowie Artikel enthaltend bzw. bestehend aus diesen Schäumen.

**[0002]** Polyurethane unterschiedlicher Art werden durch die Polymerisation von Diisocyanaten wie 4,4'-Methylenbis(phenylisocyanat), kurz MDI, oder 2,4-Toluoldiisocyanat, kurz TDI, mit Polyetherpolyolen oder Polyesterpolyolen hergestellt. Die hierbei eingesetzten Polyetherpolyole werden durch die Alkoxylierung von polyhydroxyfunktionellen Startern wie z. B. Glykolen, Glycerin, Trimethylolpropan, Pentaerythrit, Sorbit oder Saccharose gewonnen. Bei der Herstellung von Polyurethanschäumen kommen zusätzliche Treibmittel zum Einsatz, wie z. B. Pentan, Methylenchlorid, Aceton oder Kohlendioxid. Unerlässlich für die reproduzierbare technische Herstellung von Schaumteilen ist die Stabilisierung des Polyurethanschaums durch ein Tensid. Abseits von wenigen rein organischen Tensiden werden aufgrund ihres höheren Grenzflächenstabilisierungspotentials meist Silikontenside eingesetzt.

#### Stand der Technik:

**[0003]** Eine Vielzahl verschiedener Polyurethanschäume, wie beispielsweise Heißweichschaum, Kaltschaum, Esterschaum, PUR-Hartschaum und PIR-Hartschaum sind bekannt. Die hierbei eingesetzten Stabilisatoren sind auf die jeweilige Endanwendung passgenau entwickelt und zeigen üblicherweise eine deutlich veränderte Performance, falls sie bei der Herstellung anderer Schaumarten eingesetzt werden.

**[0004]** Ein Vielzahl von Schriften, wie beispielsweise die EP 0 493 836 A1, US 5,565,194 oder EP 1 350 804 offenbart jeweils speziell zusammengesetzte Polysiloxan-Polyoxyalkylen-Blockmischpolymerisate zur Erfüllung spezifischer Anforderungsprofile für Schaumstabilisatoren in diversen Polyurethanschaumformulierungen. Dabei werden zur Herstellung der jeweiligen Stabilisatoren Gemische aus zwei oder drei bevorzugt endverkappten Allylpolyethern in der Hydrosilylierung eingesetzt, deren Molgewichte kleiner als 6000 g/mol, bevorzugt kleiner als 5500 g/mol, sind. Mittels alkalischer Alkoxylierung sind Polyether mit Molgewichten über 4500 g/mol nicht ohne weiteres zugänglich, da mit zunehmender Kettenlänge Nebenreaktionen dominieren, die den Kettenabbruch fördern.

**[0005]** In US 5,856,369 und US 5,877,268 werden Polyetherpolysiloxane beschrieben, die zwei verschiedene Arten von Polyetherresten aufweisen: Die erste Art Polyetherrest weist eine mittlere Molmasse von mehr als 3000 g/mol auf. Die zweite Art weist eine mittlere Molmasse von 300 bis 3000 g/mol auf. Die durchschnittliche Molmasse aller Polyetherreste beträgt 1100 bis 3000 g/mol. Die Polyetherreste können verkappt oder unverkappt sein. Bevorzugt sind die Polyetherreste endverkappt. Besonders bevorzugt und in den Beispielen ausschließlich beschrieben sind solche Polyetherreste der ersten Art, bei denen die mittlere Molmasse größer 6000 g/mol ist und eine t-Butyl-, Methyl- oder Acetyl-Endverkapppung vorliegt.

**[0006]** Wie in US 5,856,369 und US 5,877,268 dargelegt, führt die hohe chemische Reinheit und die hohe Molmasse in Kombination mit geringer Polydispersität der mittels DMC-Katalysatoren hergestellten ungesättigten Polyetherole zu hochaktiven Polyurethanschaumstabilisatoren. Die Anwendbarkeit der beschriebenen meist Allylalkoholgestarteten Polyetherole auf dem Gebiet der PU-Schaumstabilisatoren beschränkt sich jedoch auf eine relativ kleine Gruppe von Polyetherolen, die aus Ethylenoxid- und Propylenoxid-Monomereinheiten in teils statistisch gemischter Abfolge bestehen und in denen der Ethylenoxidanteil nicht über 60 mol-% betragen darf, um die Entstehung von Polyethylenglykol-Blöcken in der Polymerkette zu vermeiden. Die Löslichkeit und damit auch die Wirksamkeit der dort beschriebenen Stabilisatoren sind demnach in Formulierungen mit hydrophileren Polyolen stark eingeschränkt. Neben der universellen Einsetzbarkeit in verschiedenen Formulierungen ist zudem das Verarbeitungsspiel ein wichtiger Faktor für die Güte eines Stabilisators. Ein breites Verarbeitungsspiel bedeutet, dass die Schaumeigenschaften bei Dosageschwankungen der Edukte konstant bleiben. Das Verarbeitungsspiel kann ermittelt werden, indem die Einsatzmengen von Stabilisator und Katalysator variiert werden. Wie dem Fachmann bekannt ist, weisen hochaktive Stabilisatoren, wie beispielsweise die in US 5,856,369 und US 5,877,268 beschriebenen Silikonpolyethercopolymeren, meist ein zu kleines Verarbeitungsspiel auf. Die Patentschriften US 5,856,369, US 5,877,268 und EP 0 712 884 belegen, dass die Verwendung besonders langkettiger Polyether im Polyoxyalkylenteil des Silikonpolyethercopolymer

zu höherviskosen Produkten führt, die erst mit Lösungsmitteln abgemischt werden müssen, um eine normale Handhabung zu gewährleisten. In diesen Schriften wird weiterhin der Parameter des molaren Mischungsmolgewichts des Polyethergemisches genannt, welches kleiner als 3000 g/mol, bevorzugt sogar kleiner 2000 g/mol ist, um zu hohe Viskositäten zu vermeiden und um offenzellige Polyurethanschäume zu gewährleisten. Bei den genannten niedrigen Mischungsmolgewichten ist offensichtlich, dass vergleichsweise geringe Anteile von Allylpolyethern mit Molgewichten über 5500 g/mol in der Mischung enthalten sein können.

**[0007]** Insbesondere Polyurethanschaumformulierungen mit niedrigen Dichten stellen hohe Anforderungen an die Aktivität des Stabilisators sowie an dessen zellverfeinernde und zellöffnende Eigenschaften. Wie dem Fachmann bekannt ist, sind diese beiden gegensätzlichen Eigenschaften meist nur bis zu einem gewissen Grad miteinander vereinbar. Die US 2009-0253817 A1 beschreibt die Verwendung von Silikonpolyethercopolymeren, deren Polyethergemisch aus drei einzelnen Polyethern besteht, nämlich zwei endverkappten Allylpolyethern mit mittleren bis niedrigen Molgewichten im Bereich von 800 g/mol bis maximal 5500 g/mol und einem hydroxyfunktionellen Allylpolyether mit einem Molgewicht von 1400 g/mol bis 2300 g/mol. Wie die in dieser Schrift offenbarten Referenzbeispiele 2.1 und 2.2 zeigen, ist die hohe Aktivität dieser Stabilisatoren mit Einbußen bei der Offenzelligkeit verbunden.

**[0008]** Die Patentanmeldung CN 101099926 A beschreibt endverkappte nicht-ionische Tenside und deren Einsatz in einer nicht offenbarten Polyurethanschaumformulierung, mit der Schäume mittlerer bis niedriger Dichte hergestellt werden. Auch wenn in der Beschreibung prinzipiell die Verwendung endverkappter Polyether mit Molgewichten bis zu 9500 g/mol genannt ist, so beschreiben die offenbarten Beispiele lediglich die Verwendung von methylierten Allylpolyethern mit Molgewichten von 1000 bis 4500 g/mol. Wie die in dieser Schrift offenbarten Referenzbeispiele 2.3 und 2.4 zeigen, weisen die in der CN 101099926 offenbarten Stabilisatoren die Nachteile auf in Schäumen niedriger Dichte entweder zu grober Zellstruktur oder aufgrund fehlender ausreichend stabilisierender Eigenschaften direkt zum Schaumkollaps zu führen.

**[0009]** Ausgehend vom Stand der Technik bestand die Aufgabe der vorliegenden Erfindung darin, Silikonpolyetherblock-Copolymere mit einem ausgewogenen Eigenschaftsprofil hinsichtlich der Stabilisierung von Polyurethanschäumen mit mittlerer bis niedriger Dichte (kleiner  $24 \text{ kg/m}^3$ ) bereit zu stellen, die vorzugsweise einfach zugänglich sind.

**[0010]** Überraschenderweise wurde gefunden, dass diese Aufgabe durch ein Verfahren, wie es in den Ansprüchen definiert ist, gelöst wird.

**[0011]** Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist deshalb ein Verfahren zur Herstellung von Polyurethanschäumen mit einer Dichte von kleiner  $24 \text{ kg/m}^3$  bei dem ein Silikonpolyetherblock-Copolymer umfassend ein Polyorganosiloxan, welches mindestens einen Polyetherrest aufweist, eingesetzt wird, welches dadurch gekennzeichnet ist, dass mindestens ein nicht endverkappter Polyetherrest an das Polyorganosiloxan gebunden ist, der ein Molgewicht von größer-gleich 4500 g/mol aufweist. Außerdem sind Gegenstände der vorliegenden Erfindung Polyurethanschäume, erhältlich durch das erfindungsgemäße Verfahren, sowie Artikel enthaltend oder bestehend aus diesem erfindungsgemäßen Polyurethanschaum.

**[0012]** Weitere Gegenstände der Erfindung sind gekennzeichnet durch die Inhalte der Unteransprüche, deren Inhalt vollumfänglich Teil des Offenbarungsinhalts der vorliegenden Beschreibung ist.

**[0013]** Die erfindungsgemäß verwendeten Silikonpolyetherblock-Copolymere haben den Vorteil, dass die zu ihrer Herstellung verwendeten Polyether auf einfache Weise aus über DMC-Katalyse erhaltene Allylpolyether gewonnen werden können, so dass nur ein geringer Anteil an nicht verwertbarem Propenylpolyether erhalten wird.

**[0014]** Die erfindungsgemäß verwendeten Silikonpolyetherblock-Copolymeren haben außerdem den Vorteil, dass bei Ihrer Herstellung auf einen aufwändigen/zusätzlichen Schritt der Endverkapppung verzichtet werden kann.

**[0015]** Die erfindungsgemäß verwendeten Silikonpolyetherblock-Copolymeren haben außerdem den Vorteil, dass bei Ihrer Herstellung auf einen aufwändigen/zusätzlichen Schritt der Neutralisation und/oder Filtration verzichtet werden kann.

**[0016]** Die erfindungsgemäße Verwendung von Silikonpolyetherblock-Copolymere hat weiterhin den Vorteil, dass bereits geringe Einsatzmengen der Copolymeren zur Herstellung von fein- und offenzelligen Polyurethanheißweich- und hartschäumen mit niedrigen Dichten ausreichend sind.

**[0017]** Bei gegenüber dem Stand der Technik gleichen Einsatzmengen hat die erfindungsgemäße Verwendung von Silikonpolyetherblock-Copolymere ferner den Vorteil, dass eine deutlich feinere Zellstruktur bei gleicher Offenzelligkeit vor allem bei Schäumen mit einer Dichte von kleiner  $12 \text{ kg/m}^3$ , bevorzugt kleiner  $10 \text{ kg/m}^3$  erhalten wird.

**[0018]** Bei gleicher Abmischung des Konzentrats mit einem Lösemittel (z. B. Dipropylenglykol) gegenüber dem Stand der Technik kann der prozentuale Silikonanteil im erfindungsgemäßen Silikonpolyetherblock-Copolymer und damit die Kosten verringert werden.

**[0019]** Die erfindungsgemäße Verwendung von Silikonpolyetherblock-Copolymere hat weiterhin den Vorteil, dass insbesondere bei Hartschaumanwendungen wie Sprühschaum und Verpackungsschaum durch die Verwendung der nicht endverkappte hochmolekulare Polyether enthaltenden Polyethersiloxane eine erhöhte Phasenkompatibilität in der Polyolkomponente des Polyurethansystems und damit im Vergleich zu den gemäß des Standes der Technik eingesetzten endverkappte Polyether enthaltende Polyethersiloxanen erzielt wird.

**[0020]** Die erfindungsgemäße Verwendung von Silikonpolyetherblock-Copolymere hat ferner den Vorteil, dass bei oben beschriebenen Hartschaumanwendungen durch die Verwendung der nicht endverkappte hochmolekulare Polyether enthaltenden Polyethersiloxane eine verbesserte Zellstruktur, geringere Lunkerrate und verringerte Wärmeleitfähigkeit im Vergleich zu den gemäß des Standes der Technik auch eingesetzten nicht-endverkappte Polyether enthaltende Polyethersiloxanen erhalten wird.

**[0021]** Die erfindungsgemäß verwendeten Silikonpolyetherblock-Copolymere und deren Herstellung werden nachfolgend beispielhaft beschrieben, ohne dass die Erfindung auf diese beispielhaften Ausführungsformen beschränkt sein soll. Sind nachfolgend Bereiche, allgemeine Formeln oder Verbindungsklassen angegeben, so sollen diese nicht nur die entsprechenden Bereiche oder Gruppen von Verbindungen umfassen, die explizit erwähnt sind, sondern auch alle Teilbereiche und Teilgruppen von Verbindungen, die durch Herausnahme von einzelnen Werten (Bereichen) oder Verbindungen erhalten werden können. Werden im Rahmen der vorliegenden Beschreibung Dokumente zitiert, so soll deren Inhalt vollständig zum Offenbarungsgehalt der vorliegenden Erfindung gehören. Bei Prozentangaben handelt es sich, wenn nicht anders angegeben, um Angaben in Gewichtsprozent. Werden nachfolgend Mittelwerte angegeben, so handelt es sich, wenn nicht anderes angegeben, um Gewichtsmittel.

**[0022]** Im Rahmen der vorliegenden Erfindung werden unter Polyurethanschäumen mit mittlerer Dichte solche Polyurethanschäume verstanden, die eine Dichte von kleiner  $24 \text{ kg/m}^3$  aufweisen und unter Polyurethanschäumen mit geringer Dichte solche Polyurethanschäume verstanden, die eine Dichte von kleiner  $15,8 \text{ kg/m}^3$  aufweisen. Die Bestimmung der Dichte erfolgt wie in ASTM D 3574-08 unter Test A beschrieben.

**[0023]** Das nachfolgend angegebene gewichtsmittlere Molgewicht aller an das Polyorganosiloxan chemisch gebundenen Polyetherreste  $MG_{\text{Mischung}}$  ist definiert als die Summe der Produkte aus den prozentualen molaren Anteilen des jeweiligen Polyetherrests in der Mischung,  $f_{\text{molar}}$ , und dessen individuellen Molgewicht,  $MG_{\text{Polyether}}$  (Formel X)

$$MG_{\text{Mischung}} = \sum [f_{\text{molar}} \times MG_{\text{Polyether}}]$$

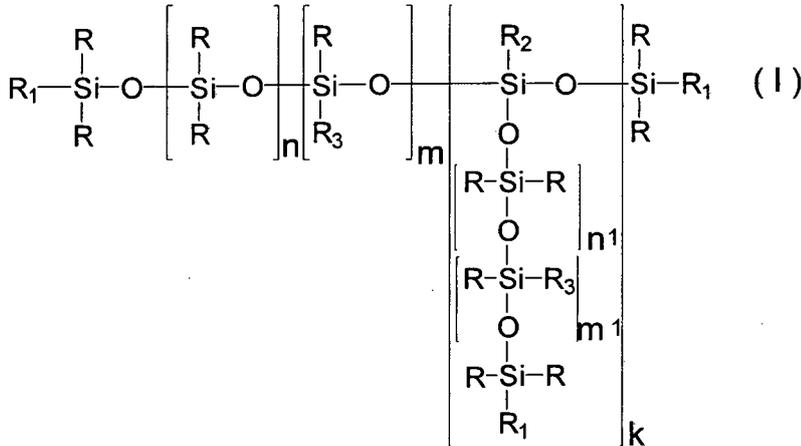
Forme X

**[0024]** Das erfindungsgemäße Verfahren zur Herstellung von Polyurethanschäumen mit einer Dichte von kleiner  $24 \text{ kg/m}^3$ , vorzugsweise kleiner  $20 \text{ kg/m}^3$ , bevorzugt kleiner  $15,8 \text{ kg/m}^3$ , besonders bevorzugt kleiner  $13 \text{ kg/m}^3$  und bevorzugt von  $3,5$  bis  $12 \text{ kg/m}^3$  bei dem ein Silikonpolyetherblock-Copolymer umfassend ein Polyorganosiloxan, welches mindestens einen Polyetherrest aufweist, eingesetzt wird, zeichnet sich dadurch aus, dass mindestens ein nicht endverkappter Polyetherrest (Polyetherrest der eine freie OH-Gruppe aufweist) an das Polyorganosiloxan gebunden ist, der ein Molgewicht von größer-gleich  $4500 \text{ g/mol}$ , vorzugsweise größer-gleich  $5000 \text{ g/mol}$ , bevorzugt von  $6000$  bis  $8000 \text{ g/mol}$  aufweist.

**[0025]** Das gewichtsmittlere Molgewicht aller an das Polyorganosiloxan chemisch gebundenen Polyetherreste beträgt vorzugsweise größer  $1500 \text{ g/mol}$ , bevorzugt größer  $2000 \text{ g/mol}$  und besonders bevorzugt von größer  $3000$  bis kleiner  $5000$  beträgt.

**[0026]** Vorzugsweise ist in den erfindungsgemäß verwendeten Silikonpolyetherblock-Copolymeren neben dem Polyetherrest, der ein Molgewicht von größer-gleich 4500 g/mol, mindestens ein Polyetherrest, der ein Molgewicht von kleiner 4500 g/mol, bevorzugt kleiner 4000 g/mol aufweist, an das Polyorganosiloxan chemisch gebunden.

**[0027]** Die erfindungsgemäß verwendeten Silikonpolyetherblock-Copolymere sind vorzugsweise solche, die der Formel (I) genügen:



worin

n und n<sup>1</sup> unabhängig voneinander 0 bis 500, vorzugsweise 10 bis 200, insbesondere 15 bis 100 sind und (n + n<sup>1</sup>) < 500, vorzugsweise < 200, insbesondere < 100 ist,

m und m<sup>1</sup> unabhängig voneinander 0 bis 60, vorzugsweise 0 bis 30, insbesondere 0,1 bis 25 sind und (m + m<sup>1</sup>) < 60 ist, vorzugsweise < 30, insbesondere < 25 ist,

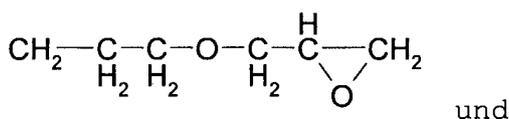
k = 0 bis 50 ist, vorzugsweise 0 bis 10 ist, insbesondere 0 oder von 1 bis 5 ist,

R = gleiche oder ungleiche Reste aus der Gruppe umfassend lineare, cyclische oder verzweigte, aliphatische oder aromatische, gesättigte oder ungesättigte Kohlenwasserstoffreste mit 1 bis zu 20 C-Atomen,

CH<sub>2</sub>-R<sup>IV</sup>,

CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-(O)<sub>x</sub>-R<sup>IV</sup>,

CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-O-CH<sub>2</sub>-CH(OH)-CH<sub>2</sub>OH,



CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-O-CH<sub>2</sub>-C(CH<sub>2</sub>OH)<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-CH<sub>3</sub>,

mit

x' gleich 0 oder 1 und

R<sup>IV</sup> ein gegebenenfalls substituierter, gegebenenfalls mit Halogenen substituierter Kohlenwasserstoffrest mit 1 bis 50 Kohlenstoffatomen,

wobei R vorzugsweise ein Methylrest ist, wobei besonders bevorzugt alle Reste R Methylreste sind,

R<sub>1</sub> = R oder R<sub>3</sub> oder R<sub>7</sub> ist,

R<sub>2</sub> = R oder R<sub>3</sub> oder R<sub>7</sub> oder ein mit Heteroatomen substituierter, funktioneller, organischer, gesättigter oder ungesättigter Rest, vorzugsweise ausgesucht aus der Gruppe der Alkyl-, Chloralkyl-, Chloraryl-, Fluoralkyl-, Cyanoalkyl-, Acryloxyaryl-, Acryloxyalkyl-, Methacryloxyalkyl-, Methacryloxypropyl- oder Vinyl-Reste, besonders bevorzugt ein Methyl-, Chlorpropyl-, Vinyl- oder ein Methacryloxypropyl-Rest ist,

R<sub>3</sub> = -Q-O-(CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>O)<sub>x</sub>-(CH<sub>2</sub>-CH(R')O)<sub>y</sub>-(SO)-R''

oder

-Q-O-(CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>O)<sub>x</sub>-(CH<sub>2</sub>-CH(R')O)<sub>y</sub>-R'',

mit

Q = zweiwertiger Kohlenwasserstoffrest mit 2 bis 4 Kohlenstoffatomen, vorzugsweise Q =  $-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$  oder  $-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$

SO = Styroloxid-Einheit,

x = 0 bis 200, vorzugsweise 5 bis 140, bevorzugt 10 bis 100,

y = 0 bis 200, vorzugsweise 5 bis 140, bevorzugt 10 bis 100,

z = 0 bis 100, vorzugsweise 0 bis 10,

R' = gleiche oder verschiedene, unsubstituierte oder gegebenenfalls substituierte, beispielsweise mit Alkylresten, Arylresten oder Halogenalkyl- oder Halogenarylresten substituierte, Alkyl- oder Arylgruppe mit insgesamt 1 bis 12 C-Atomen, vorzugsweise eine Methyl- oder Ethylgruppe, bevorzugt eine Methylgruppe und

R'' einen Wasserstoffrest oder eine Alkylgruppe mit 1 bis 4 C-Atomen, eine Gruppe  $-\text{C}(\text{O})-\text{R}'''$  mit R''' = Alkylrest, eine Gruppe  $-\text{CH}_2-\text{O}-\text{R}'$ , eine Alkylarylgruppe, wie z. B. eine Benzylgruppe, eine Gruppe  $-\text{C}(\text{O})-\text{O}-\text{R}''''$  mit R'''' = Alkylrest oder Alkylaryl, die Gruppe  $-\text{O}(\text{O})-\text{OR}'$  oder die Gruppe  $-\text{C}(\text{O})\text{NH}-\text{R}'$ , vorzugsweise einen Wasserstoffrest oder einen Methyl-, Butyl- oder Acetylrest bedeutet,

SO ein Styroloxid-Rest  $-\text{CH}(\text{C}_6\text{H}_5)-\text{CH}_2-\text{O}-$  ist,

R<sub>7</sub> = verzweigter Polyetherrest oder Vernetzerrest, wie er sich z. B. aus Diallylverbindungen bzw. umgesetzten Diallylverbindungen ableitet,

mit der Maßgabe, dass mindestens ein Rest R<sub>3</sub> vorhanden ist, bei dem der Rest R<sub>3</sub> ein Polyetherrest mit einem Molgewicht größer-gleich 4500 g/mol ist und bei dem R'' = H ist, und dass  $n + n^1 + m + m^1$  größer-gleich 10, vorzugsweise 30 und bevorzugt größer-gleich 50 ist.

**[0028]** Die verschiedenen Monomereinheiten der Polyorganosiloxankette und auch der Polyoxyalkylkette können untereinander blockweise aufgebaut sein oder einer statistischen Verteilung unterliegen. Die in den hier angeführten Formeln wiedergegebenen Indexzahlen und die Wertbereiche der angegebenen Indizes verstehen sich daher als die Mittelwerte der möglichen statistischen Verteilung der tatsächlichen isolierten Strukturen und/oder deren Mischungen.

**[0029]** Es kann vorteilhaft sein, wenn bei allen Polyetherresten R<sub>3</sub> mit einem Molgewicht größer-gleich 4500 g/mol R'' gleich Wasserstoff ist. Es kann außerdem vorteilhaft sein, wenn bei allen Polyetherresten R<sub>3</sub> mit einem Molgewicht kleiner 4500 g/mol R'' ungleich Wasserstoff ist. Bevorzugt ist bei allen Polyetherresten R<sub>3</sub> mit einem Molgewicht größer-gleich 4500 g/mol R'' gleich Wasserstoff und bei allen Polyetherresten R<sub>3</sub> mit einem Molgewicht kleiner 4500 g/mol R'' ungleich Wasserstoff.

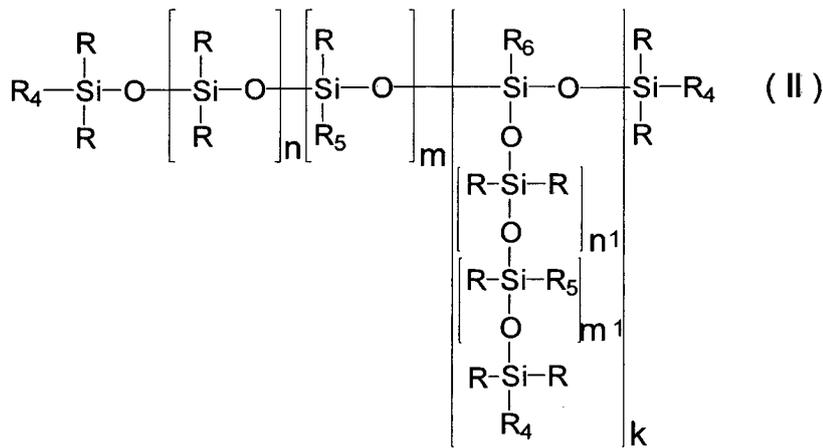
**[0030]** Die erfindungsgemäß verwendeten Silikonpolyetherblock-Copolymer sind erhältlich durch Organomodifizierung von verzweigten oder linearen Polyorganosiloxanen mit endständigen und/oder seitenständigen SiH-Funktionen, mit einem Polyether oder einem Polyethergemisch aus mindestens zwei Polyethern, welche sich dadurch auszeichnet, dass der eingesetzte Polyether oder das eingesetzte Polyethergemisch mindestens einen nicht endverkappten Polyether mit einem Molgewicht größer-gleich 4500 g/mol ist oder enthält. Das mittlere Molgewicht aller eingesetzten Polyether ist vorzugsweise größer 1500 g/mol, bevorzugt größer 2000 und besonders bevorzugt größer 3000 bis kleiner 5000. Als Polyether werden bevorzugt solche eingesetzt, die eine Vinylendgruppe enthaltende Endgruppe, insbesondere eine Allylgruppe, aufweisen.

**[0031]** Die erfindungsgemäß eingesetzten Silikonpolyetherblock-Copolymere können auf verschiedene Weise unter Verwendung von aus dem Stand der Technik bekannten Verfahrensschritten erhalten werden.

**[0032]** Die Herstellung der eingesetzten Silikonpolyetherblock-Copolymeren kann nach einem Verfahren erfolgen, bei dem verzweigte oder lineare Polyorganosiloxane mit endständigen und/oder seitenständigen SiH-Funktionen, mit einem Polyether oder einem Polyethergemisch aus mindestens zwei Polyethern umgesetzt werden, wobei der eingesetzte Polyether oder das eingesetzte Polyethergemisch mindestens ein(en) Polyether mit einem Molgewicht größer-gleich 4599 g/mol, vorzugsweise 4999 g/mol und bevorzugt 5999 g/mol, ist oder enthält und das mittlere Molgewicht aller eingesetzten Polyether größer 1499 g/mol, vorzugsweise größer 1999 g/mol, bevorzugt größer 2999 bis 4999 g/mol ist. Als Polyether kommen vorzugsweise solche zum Einsatz, die eine Vinylendgruppe enthaltende Endgruppe, insbesondere eine Allylgruppe, enthalten.

**[0033]** Die Umsetzung wird vorzugsweise als edelmetallkatalysierte Hydrosilylierung, bevorzugt wie in 1 520 870 beschrieben durchgeführt.

**[0034]** In dem Verfahren zur Herstellung der eingesetzten Silikonpolyetherblock-Copolymeren werden vorzugsweise Polyorganosiloxane mit endständigen und/oder seitenständigen SiH-Funktionen, der Formel (II) eingesetzt,



worin

$n$  und  $n^1$  unabhängig voneinander 0 bis 500, vorzugsweise 10 bis 200, insbesondere 15 bis 100 sind und  $(n + n^1) < 500$ , vorzugsweise  $< 200$ , insbesondere  $< 100$  ist,

$m$  und  $m^1$  unabhängig voneinander 0 bis 60, vorzugsweise 0 bis 30, insbesondere 0,1 bis 25 sind und  $(m + m^1) < 60$ , vorzugsweise  $< 30$ , insbesondere  $< 25$  ist,

$k = 0$  bis 50, vorzugsweise 0 bis 10 und insbesondere 0 oder 1 bis 5 ist,

$R$  wie oben definiert

$R_4$  unabhängig voneinander Wasserstoff oder  $R$  ist,

$R_5$  unabhängig voneinander Wasserstoff oder  $R$  ist,

$R_6$  unabhängig voneinander Wasserstoff,  $R$  oder ein mit Heteroatomen substituierter, funktioneller, organischer, gesättigter oder ungesättigter Rest, vorzugsweise ausgesucht aus der Gruppe der Alkyl-, Chloralkyl-, Chloraryl-, Fluoralkyl-, Cyanoalkyl-, Acryloxyaryl-, Acryloxyalkyl-, Methacryloxyalkyl-, Methacryloxypropyl- oder Vinyl-Reste, besonders bevorzugt ein Methyl-, Chlorpropyl-, Vinyl- oder ein Methacryloxypropyl-Rest ist, mit der Maßgabe, dass mindestens einer der Reste  $R_4$ ,  $R_5$  und  $R_6$  ein Wasserstoff ist.

**[0035]** Die bei der Herstellung der Polysiloxan-Polyoxyalkylen-Blockmischpolymerisate verwendeten Polyorganosiloxane mit endständigen und/oder seitenständigen SiH-Funktionen der Formel (II) können wie im Stand der Technik, beispielsweise in der EP 1439200 B1 und DE 10 2007 055 485 A1 beschrieben, hergestellt werden.

**[0036]** Die verwendeten ungesättigten Polyoxyalkylene (Polyether mit einer Vinyl-, insbesondere Allylengruppe) können nach dem literaturbekannten Verfahren der alkalischen Alkoxylierung von einem eine Vinylgruppe aufweisenden Alkohol, insbesondere Allylalkohol, oder unter Verwendung von DMC-Katalysatoren wie im Stand der Technik, beispielsweise in der DE 10 2007 057 145 A1 beschrieben, hergestellt werden.

**[0037]** Bevorzugt eingesetzte ungesättigte Polyoxyalkylene sind solche der Formel (III)



$\text{Q}' = \text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH}_2 -$  oder  $\text{CH}_2 = \text{CH} -$  und  $\text{SO}$ ,  $\text{R}'$ ,  $\text{R}''$ ,  $x$ ,  $y$  und  $z$  wie oben definiert, mit der Maßgabe, dass die Summe aus  $x + y + z$  ungleich 0 ist und vorzugsweise so gewählt wird, dass die oben genannten gewichtsmittleren Molekulargewichte erreicht werden.

**[0038]** Die Silikonpolyether-Copolymere können in dem erfindungsgemäßen Verfahren allein oder in Form einer Zusammensetzung eingesetzt werden. Bevorzugte Zusammensetzungen enthalten ein oder mehrere der Silikonpolyether-Copolymere und zeichnen sich dadurch aus, dass sie des weiteren eine oder mehrere bei der Herstellung von Polyurethanschäumen verwendbare Substanzen, ausgewählt aus Polyol, Nukleierungsmitteln, zellverfeinernden Additiven, Zellöffnern, Vernetzern, Emulgatoren, Flammschutzmitteln, Antioxidantien, Antistatika, Bioziden, Farbpasten, festen Füllstoffen, Katalysatoren, insbesondere Aminkatalysatoren und/oder Metallkatalysatoren und Puffersubstanzen, enthalten. Es kann vorteilhaft sein, wenn die erfindungsgemäß eingesetzte Zusammensetzung ein oder mehrere Lösungsmittel, vorzugsweise ausgewählt aus Glykolen, Alkoxylaten oder Ölen synthetischer und/oder natürlicher Herkunft, enthält.

**[0039]** Das erfindungsgemäße Verfahren zur Herstellung des Polyurethanschaums ist bis auf die Verwendung der speziellen Silikonpolyether-Copolymere nicht kritisch und kann deshalb wie im Stand der Technik beschrieben durchgeführt werden.

**[0040]** Nachstehend sind eine Reihe von Schutzrechten angegeben, die geeignete Komponenten und Verfahren zur Herstellung der unterschiedlichen Polyurethanweichschaumstoff-Typen, d. h. Heiß-, Kalt- sowie Ester-Polyurethanweichschaumstoffe beschreiben, auf die im vollen Umfang Bezug genommen wird: EP 0152878 A1; EP 0409035 A2; DE 10 2005 050 473 A1; DE 196 29 161 A1; DE 35 08 292 A1; DE 44 44 898 A1; EP 1061095 A1; EP 0532939 B1; EP 0867464 B1; EP 1683831 A1; DE 10 2007 046 860 A1.

**[0041]** Weitere Angaben zu verwendbaren Ausgangsstoffen, Katalysatoren sowie Hilfs- und Zusatzstoffen finden sich beispielsweise im Kunststoff-Handbuch, Band 7, Polyurethane, Carl-Hanser-Verlag München, 1. Auflage 1966, 2. Auflage, 1983 und 3. Auflage, 1993.

**[0042]** PU-Schäume und deren Herstellung sind allgemein z. B. in Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, Stichwort Polyurethanes, Published Online: 15 JAN 2005, DOI: 10.1002/14356007.a21\_665.pub2, Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim und in der dort zitierten Literatur beschrieben.

**[0043]** Die erfindungsgemäß eingesetzten Silikonpolyetherblock-Copolymere werden vorzugsweise als Schaumstabilisator in dem erfindungsgemäßen Verfahren eingesetzt. Die Silikonpolyetherblock-Copolymeren, insbesondere solche der Formel (I) eignen sich besonders bevorzugt als Polyurethanschaumstabilisatoren bei der Herstellung von beispielsweise Polyurethan-Weichschaum, -Heißweichschaum, -Hartschaum, -Kaltschaum, -Esterschaum, viscoelastischem Weichschaum oder auch High Resilience-Schaum (HR-Schaum), ganz besonders bevorzugt als Polyurethan-Heißweichschaumstabilisatoren und Polyurethan-Hartschaumstabilisatoren.

**[0044]** Vorzugsweise werden in dem erfindungsgemäßen Verfahren zur Herstellung von Polyurethanschaum Wasser, Methylenchlorid, Pentan, Alkane, halogenierte Alkane, Aceton und/oder Kohlendioxid, vorzugsweise Wasser, Pentan, Cyclopentan oder Kohlendioxid als Treibmittel, eingesetzt.

**[0045]** Mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens sind erfindungsgemäßen Polyurethanschäume erhältlich. Diese erfindungsgemäßen Polyurethanschäume zeichnen sich dadurch aus, dass sie die speziellen Silikonpolyether-Copolymere aufweisen.

**[0046]** Mit dem erfindungsgemäßen Polyurethanschaum sind Artikel zugänglich, die diesen Polyurethanschaum enthalten oder aus ihm bestehen. Solche Artikel können z. B. Möbelpolster, Kühlschranksisolierungen, Sprühschäume, Metallverbundelemente für die (Bau-)Isolierung, Matratzen oder Autositzen sein. Die Auflistungen sind als überlappend anzusehen und als nicht abschließend zu verstehen.

**[0047]** Der Gegenstand der vorliegenden Erfindung wird nachfolgend an Hand von Beispielen näher erläutert, ohne dass der Gegenstand der Erfindung auf diese beispielhaften Ausführungsformen beschränkt sein soll.

Beispiele:

Beispiel 0: Herstellung von Silikonpolyetherblockcopolymeren

**[0048]** Die Herstellung der Polyether erfolgt gemäß den bekannten Methoden des Standes der Technik. Die Bestimmung der Molgewichte  $M_n$  und  $M_w$  erfolgt durch Gelpermeationschromatographie unter den folgenden Messbedingungen: Säulenkombination SDV 1000/10000 Å (Länge 65 cm), Temperatur 30°C, THF als mobile Phase, Fließrate 1 ml/min, Probenkonzentration 10 g/l, RI-Detektor, Auswertung gegen Polypropylenglykol-Standard.

**[0049]** Verwendete Polyether gemäß Formel (III) jeweils mit  $Q = \text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-$  und  $R' = -\text{CH}_3$ :

PE1:  $R'' = \text{H}$ ,  $z = 0$ ,  $x = 16$ ,  $y = 12$ ,  $M_w = 1459 \text{ g/mol}$

PE2:  $R'' = \text{C}(\text{O})-\text{CH}_3$ ,  $z = 0$ ,  $x = 16$ ,  $y = 12$ ,  $M_w = 1484 \text{ g/mol}$

PE3:  $R'' = \text{C}(\text{O})-\text{CH}_3$ ,  $z = 0$ ,  $x = 40$ ,  $y = 30$ ,  $M_w = 3832 \text{ g/mol}$

PE4:  $R'' = \text{H}$ ,  $z = 0$ ,  $x = 57$ ,  $y = 60$ ,  $M = 5226 \text{ g/mol}$ ,  $M_w = 6872 \text{ g/mol}$

PE5:  $R'' = \text{CH}_3$ ,  $z = 0$ ,  $x = 17.7$ ,  $y = 23.6$ ,  $M_w = 2206 \text{ g/mol}$

PE6:  $R'' = \text{CH}_3$ ,  $z = 0$ ,  $x = 47$ ,  $y = 49$ ,  $M_w = 4983 \text{ g/mol}$

PE7:  $R'' = \text{H}$ ,  $z = 0$ ,  $x = 78$ ,  $y = 81$ ,  $M_n = 7032 \text{ g/mol}$ ,  $M_w = 9871 \text{ g/mol}$

PE8:  $R'' = H$ ,  $z = 0$ ,  $x = 10$ ,  $y = 16$ ,  $M_w = 1373 \text{ g/mol}$

**[0050]** Die Herstellung der Wasserstoffsiloxane erfolgt wie in der EP 1439200 B1 im erfindungsgemäßen Beispiel 1 beschrieben. Die verwendeten Wasserstoffsiloxane sind gemäß Formel (II) wie folgt definiert.

SIL1:  $R_4 = R = \text{CH}_3$ ,  $R_5 = H$ ,  $k = 0$ ,  $n = 70$ ,  $m = 5$

SIL2:  $R_4 = R = \text{CH}_3$ ,  $R_5 = H$ ,  $k = 0$ ,  $n = 69$ ,  $m = 8$

SIL3:  $R_4 = R = \text{CH}_3$ ,  $R_5 = H$ ,  $k = 0$ ,  $n = 89$ ,  $m = 6,5$

SIL4:  $R_4 = R = \text{CH}_3$ ,  $R_5 = H$ ,  $k = 0$ ,  $n = 74$ ,  $m = 4,0$

**[0051]** Die Herstellung der in Tabelle 1 und Tabelle 2 aufgeführten Polyethersiloxane erfolgt wie in der WO 2009/065644 in Beispiel 7 beschrieben.

Tabelle 1: Erfindungsgemäße Silikonpolyetherblock-Copolymere

Beispiel Nr.	Siloxan	Menge	Einwaagen der einzelnen Polyether				MG <sub>Mischung</sub>	Aussehen des Polyethersiloxans
			11,7 g PE2	33,4 g PE8	146,1 g PE4	3898 g/mol		
0.1	SIL3	41,0 g	11,7 g PE2	33,4 g PE8	146,1 g PE4	3898 g/mol	leicht trüb	
0.2	SIL3	39,0 g	11,0 g PE2	31,4 g PE8	155,2 g PE7	4295 g/mol	leicht trüb	
0.3	SIL4	41,0 g	127,6 g PE7	35,6 g PE1	-	4372 g/mol	leicht trüb	

Tabelle 2: Nicht erfindungsgemäße Silikonpolyetherblock-Copolymere

Beispiel Nr.	Siloxan	Menge	Einwaagen der einzelnen Polyether				MG <sub>Mischung</sub>	Aussehen des Polyethersiloxans
			19,2 g PE1	62,0 g PE2	105,6 g PE3	2264 g/mol		
V.1	SIL1	63,2 g	19,2 g PE1	62,0 g PE2	105,6 g PE3	2264 g/mol	klar	
V.2	SIL1	63,2 g	38,3 g PE1	42,9 g PE2	105,6 g PE3	2258 g/mol	klar	
V.3	SIL2	40,0 g	104,3 g PE5	138,4 g PE6	-	3227 g/mol	Klar	
V.4	SIL2	40,0 g	132,5 g PE5	74,8 g PE6	-	2761 g/mol	Klar	

Beispiele 1 bis 6: Herstellung von Polyurethanschäumen unter Verwendung von Stabilisatoren, die hochmolekulare Polyether enthalten

**[0052]** Zur Herstellung der Polyurethanschäume niedriger Dichte wurde folgende Rezeptur verwendet: 100 Gew.-Teile Polyetherol (Hydroxylzahl = 56 mgKOH/g), 11 Gew.-Teile Wasser, 10 Gew.-Teil Silikonstabilisator, 0,9 Gew.-Teile eines tertiären Amins (TEGOAMIN® SMP der Evonik Goldschmidt GmbH), 140 Gew.-Teile Toluoldiisocyanat T 80 (Index 122), 90 Gew.-Teile Methylenchlorid, sowie 1 Gew.-Teil an KOSMOS® 29 (Evonik Goldschmidt GmbH).

**[0053]** Bei der Verschäumung wurden 80 g Polyol eingesetzt, die anderen Formulierungsbestandteile wurden entsprechend umgerechnet.

**[0054]** Zur Verschäumung wurden das Polyol, Wasser, Amin, Zinnkatalysator und Silikonstabilisator unter Rühren gut vermischt. Nach gleichzeitiger Zugabe von Methylenchlorid und Isocyanat wurde mit einem Rührer 7 Sek. bei 2500 U/min gerührt. Das erhaltene Gemisch wurde in einen mit Papier ausgekleideten Holzkasten (Grundfläche 27 cm × 27 cm) gegossen. Es entstand ein Schaumstoff, der den nachfolgend beschriebenen anwendungstechnischen Tests unterzogen wurde.

**[0055]** Vergleichend wurden Schäume niedriger Dichte unter Verwendung eines konventionellen Stabilisators hergestellt, welcher durchaus zur Verschäumung in niedrigen Dichten geeignet ist, jedoch lediglich Polyether mit Molekulargewicht < 4000 g/mol aufweist.

Physikalische Eigenschaften der Schäume

**[0056]** Die hergestellten Schäume wurden anhand folgender physikalischer Eigenschaften beurteilt:

a) Steigzeit:

Zeitdifferenz zwischen Eingießen der Eduktmischung und Abblasen des Polyurethanschäumstoffes.

b) Rücksacken des Schaumstoffes nach dem Ende der Steigphase (= Rückfall):

Der Rückfall, bzw. das Nachsteigen ergibt sich aus der Differenz der Schaumhöhe nach direktem Abblasen und nach 3 min. nach Abblasen des Schaums. Die Schaumhöhe wird dabei durch eine an einem Zentimetermaß befestigte Nadel auf dem Maximum in der Mitte der Schaumkuppe gemessen.

c) Schaumhöhe:

Die Endhöhe des Schaums wird dadurch bestimmt, dass der Rückfall bzw. das Nachsteigen von bzw. zu der Schaumhöhe nach dem Abblasen subtrahiert bzw. addiert wird.

d) Zellstruktur:

Eine horizontale 0,8 cm dicke Schaumscheibe wird 10 cm vom Boden des Schaumkörpers herausgeschnitten und visuell mit fünf Standardschaumscheiben verglichen, die verschiedene Zellstrukturqualitäten aufweisen. Die Kennzeichnung 1 beschreibt starke Vergröberung insbesondere im Randbereich, während die Kennzeichnung 5 eine regelmäßige, feine Zelle wiedergibt.

**[0057]** Die Ergebnisse sind in Tabelle 3 zusammengefasst.

Tabelle 3: Verschäumungsergebnisse der Beispielschäume 1–6

Bsp. Nr.	Silikonpolyether	Steigzeit [s]	Rückfall [cm]	Schaumhöhe [cm]	Zellstruktur Bewertung
1	0.1	92	1,0	37,1	3–4
2	0.2	95	1,2	36,7	4–5
3	V. 1	101	1,6	35,9	3
4	V. 2	94	1,4	37,5	3–4
5	V. 3	110	1,9	33,4	2– 3
6	V. 4	117	-	-	Kollaps

**[0058]** Wie aus Tabelle 3 ersichtlich ist, verbessert sich die Zellstruktur gravierend durch Verwendung von Schaumstabilisatoren, die hochmolekulare, nicht endverkappte Polyether enthalten (Beispiel-Nr. 0.1 & 0.2). Die Verwendung von Polyethern eines Molekulargewichts um 8000 g/mol lässt es zu, Stabilisatoren herzu-

stellen, die die Schaumqualität erheblich verbessern und eine Bewertung von 4 bis 5 erhalten. Zudem wird der Rückfall des Schaumes bei der Verwendung langkettiger Polyether drastisch reduziert und dadurch eine bessere Schaumausbeute erhalten. Dies spricht ebenfalls für eine verbesserte Stabilisierungseigenschaft der neuartigen Strukturen insbesondere für Verschäumungen in niedriger Dichte.

Beispiel 7 bis 14: Herstellung von flammgeschützten Polyurethanschäumen unter Verwendung von Stabilisatoren, die hochmolekulare Polyether enthalten

**[0059]** Zur Herstellung der flammgeschützten Polyurethanschäume wurde folgende Rezeptur verwendet: 100 Gew.-Teile Polyetherol (Hydroxylzahl = 48 mgKOH/g), 4,4 Gew.-Teile Wasser, 1,5 Gew.-Teile Silikonstabilisator, 0,15 Gew.-Teile eines tertiären Amins (TEGOAMIN B75 der Evonik Goldschmidt GmbH), 55 Gew.-Teile Toluoldiisocyanat T 80 (Index 110), eine variable Menge an FR-Additiv, sowie 0,2 Gew.-Teile KOSMOS® 29 (Evonik Goldschmidt GmbH). Bei der Verschäumung wurden 300 g Polyol eingesetzt, die anderen Formulierungsbestandteile wurden entsprechend umgerechnet.

**[0060]** Zur Verschäumung wurden das Polyol, Wasser, Amin, Zinnkatalysator, Flammenschutz-Additiv und Silikonstabilisator unter Rühren gut vermischt. Nach Zugabe von Isocyanat wurde mit einem Rührer 7 Sek. bei 2500 U/min gerührt. Das erhaltene Gemisch wurde in einen mit Papier ausgekleideten gelochten Metallkasten (Grundfläche 40 cm × 16 cm) gegossen. Es entstand ein Schaumstoff, der Flammtests nach der Methode CALIFORNIA-Test T. I. B 117 (CAL 117) unterzogen wurde. In Tabelle 4 sind die Ergebnisse der Flammtests unter Verwendung halogenierter und nicht-halogenierter Flammenschutzmittel der Beispielschäume 7 bis 14 zusammengefasst.

Tabelle 4: Ergebnisse des Flammtests CAL 117 (nach technical information bulletin 177 section A Part 1) unter Verwendung halogenierter und nicht-halogenierter Flammenschutzadditive.

Bsp. Nr.	Silikonpolyether	FR-Additiv		CAL 117
		Typ	Einsatzmenge [pphp]	Brennlänge* [in]
7	0.1	TCPP	9	7,6
8	0.1	nicht halogeniert	16	11,7
9	0.2	TCPP	9	7,1
10	0.2	nicht halogeniert	16	8,9
11	V. 1	TCPP	9	-**
12	V. 1	nicht halogeniert	16	Risse
13	V. 2	TCPP	9	-**
14	V. 2	nicht halogeniert	16	-**

TCPP = Tris(chloropropyl)phosphat

Nicht halogeniert = halogenfreier Phosphorester mit 8,1 Gew.-%-Phosphoranteil (Fyrol® HF-4, der Firma ICL Industrial Products)

\* Durchschnittswerte von fünf Brenntests

\*\* vollständig abgebrannt

**[0061]** Aus den Ergebnissen der Flammtests wird ersichtlich, dass die Beispielschäume 7 bis 10 den CAL 117 Test zwar nicht bestehen, die Brennlänge im Vergleich zu den nicht erfindungsgemäßen Schäumen 11 bis 14 jedoch reduziert wird.

Beispiel 15: Herstellung von Polyurethan-Verpackungsschaum

**[0062]** Für den anwendungstechnischen Vergleich von erfindungsgemäßen und konventionellen Schaumstabilisatoren wurde die in Tabelle 5 angegebene Schaumformulierung eines Polyurethan-Verpackungsschaumes verwendet.

Tabelle 5: Formulierungen des Verpackungsschaumes

Komponente	Einsatzmenge (Massenteile)
Daltolac R 251*	52 Teile
Voranol OP 3322**	23 Teile
Desmophen PU 21IK01***	20 Teile
Polyethylenglycol 600	5 Teile
N,N-Dimethylaminoethoxyethanol	2,5 Teile
Wasser	35 Teile
Stabilisator	1 Teil
Desmodur 44V20L‡‡	226 Teile

\* Polyetherpolyol der Firma Huntsman

\*\* Polyetherpolyol der Firma DOW

\*\*\* Polyetherpolyol der Firma Bayer

‡‡ polymeres MDI der Firma Bayer, 200 mPa·s, 31,5% NCO, Funktionalität 2,7

**[0063]** Die Durchführung der Vergleichsverschäumungen erfolgte im Handmischverfahren. Dazu wurden Polyole, Katalysatoren, Wasser, Zellöffner und konventioneller bzw. erfindungsgemäßer Schaumstabilisator in einen Becher eingewogen und mit einem Tellerrührer (6 cm Durchmesser) 30 s bei 1000 Upm vermischt. Jetzt wurde das MDI zugegeben, die Reaktionsmischung mit dem beschriebenen Rührer 5 s bei 2500 Upm verrührt und sofort in eine nach oben offene Holzkiste von 27 cm × 27 cm Grundfläche und 27 cm Höhe überführt, welche mit Papier ausgekleidet war. Nach 10 min wurden die Schaumstoffe entformt und analysiert. Die Zellstruktur wurden subjektiv anhand einer Skala von 1 bis 10 beurteilt, wobei 10 einen sehr feinzelligen und ungestörten Schaum und 1 einen groben, extrem stark gestörten Schaum repräsentiert. Der prozentuale Volumenanteil an offenen Zellen wurde mit einem Gerät vom Typ AccuPyc 1330 der Firma Micromeritics bestimmt. Die Dichte wurde durch Abwiegen eines 10 cm × 10 cm × 10 cm großen Schaumwürfels bestimmt.

**[0064]** Die verwendeten Schaumstabilisatoren und die zugehörigen Verschäumungsergebnisse sind in Tabelle 6 zusammengestellt.

Tabelle 6: Ergebnisse Verpackungsschaum

Stabilisator	Zellstruktur	Dichte [kg/m <sup>3</sup> ]
Bsp. 1.3	5	6,8
B 8863Z*	4	7,1

\* nicht erfindungsgemäßes Vergleichsbeispiel; konventioneller Schaumstabilisator der Firma Evonik Goldschmidt (TEGOSTAB® 8863Z)

**[0065]** Die Ergebnisse belegen, dass mit den erfindungsgemäßen Schaumstabilisatoren Polyurethan-Verpackungsschaum mit guter Zellstruktur und vergleichsweise wenigen Schaumdefekten hergestellt werden kann.

Beispiel 16: Herstellung von Polyurethan-Sprühschaum mit niedriger Dichte

**[0066]** Für den anwendungstechnischen Vergleich von erfindungsgemäßen und konventionellen Schaumstabilisatoren wurde die in Tabelle 7 angegebene Schaumformulierung eines rein Wasser-getriebenen Sprüh-Leichtschams verwendet.

Tabelle 7: Formulierung des Sprühschaumes

Komponente	Einsatzmenge (Massenteile)
Rizinus-öl	25,0 Teile
Stepan PS 1922*	7,5 Teile
Jeffol R-470 X**	7,0 Teile
Tris(1-chlor-2-propyl)phosphat	20,0 Teile
PHT-4-Diol***	10,0 Teile
Tegoamine BDE <sup>‡</sup>	3,0 Teile
Tegoamine 33 <sup>‡</sup>	2,5 Teile
Tegoamine DMEA <sup>‡</sup>	3,0 Teile
Wasser	19,0 Teile
Stabilisator	3,0 Teile
Rubinate M <sup>‡‡</sup>	100 Teile

\* Polyesterpolyol der Firma Stepan

\*\* Mannich-Basen-gestartetes Polyether-Polyol der Firma Huntsman

\*\*\* Flammenschutzmittel der Firma Chemtura

<sup>‡</sup> Amin-Katalysatoren der Firma Evonik Goldschmidt GmbH

<sup>‡‡</sup> polymeres MDI der Firma Huntsman, 190 mPa·s, 31.2% NCO, Funktionalität 2.7

**[0067]** Die Durchführung der Vergleichsverschäumungen erfolgte im Handmischverfahren. Dazu wurden Polyole, Katalysatoren, Wasser, Flammenschutzmittel und konventioneller bzw. erfindungsgemäßer Schaumstabilisator in einen Becher eingewogen und mit einem Tellerrührer (6 cm Durchmesser) 30 s bei 1000 Upm vermischt. Jetzt wurde das MDI zugegeben, die Reaktionsmischung mit dem beschriebenen Rührer 2 s bei 3000 Upm verrührt und der Schaum anschließend im Mischbecher aufsteigen gelassen.

**[0068]** Nach 10 min Aushärtezeit wurde der Schaumstoff analysiert. Die Zellstruktur wurden subjektiv anhand einer Skala von 1 bis 10 beurteilt, wobei 10 einen sehr feinzelligen und ungestörten Schaum und 1 einen groben, extrem stark gestörten Schaum repräsentiert. Der prozentuale Volumenanteil an offenen Zellen wurde mit einem Gerät vom Typ AccuPyc 1330 der Firma Micromeritics bestimmt. Die Dichte wurde durch Abwiegen eines 10 cm × 10 cm × 10 cm großen Schaumwürfels bestimmt.

**[0069]** Alle verwendeten Schaumstabilisatoren und die zugehörigen Verschäumungsergebnisse sind in Tabelle 8 zusammengestellt.

Tabelle 8: Ergebnisse der Sprüschäume

Stabilisator	Zellstruktur	Offenzelligkeit [%]	Dichte [kg/m <sup>3</sup> ]
Bsp. 0.3	8	84	9,3
B 1048*	7	88	11,1

\* nicht erfindungsgemäßes Vergleichsbeispiel; konventioneller Schaumstabilisator der Firma Evonik Goldschmidt

**[0070]** Mit dem erfindungsgemäßen Schaumstabilisator wird eine niedrigere Schaumdichte und eine bessere Zellstruktur bei gleich guter Offenzelligkeit erreicht, wodurch die hohe Aktivität der erfindungsgemäßen Schaumstabilisatoren zum Ausdruck kommt.

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**Zitierte Patentliteratur**

- EP 0493836 A1 [0004]
- US 5565194 [0004]
- EP 1350804 [0004]
- US 5856369 [0005, 0006, 0006, 0006]
- US 5877268 [0005, 0006, 0006, 0006]
- EP 0712884 [0006]
- US 2009-0253817 A1 [0007]
- CN 101099926 A [0008]
- CN 101099926 [0008]
- EP 1439200 B1 [0035, 0050]
- DE 102007055485 A1 [0035]
- DE 102007057145 A1 [0036]
- EP 0152878 A1 [0040]
- EP 0409035 A2 [0040]
- DE 102005050473 A1 [0040]
- DE 19629161 A1 [0040]
- DE 3508292 A1 [0040]
- DE 4444898 A1 [0040]
- EP 1061095 A1 [0040]
- EP 0532939 B1 [0040]
- EP 0867464 B1 [0040]
- EP 1683831 A1 [0040]
- DE 102007046860 A1 [0040]
- WO 2009/065644 [0051]

**Zitierte Nicht-Patentliteratur**

- ASTM D 3574-08 [0022]
- Kunststoff-Handbuch, Band 7, Polyurethane, Carl-Hanser-Verlag München, 1. Auflage 1966, 2. Auflage, 1983 und 3. Auflage, 1993 [0041]
- Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, Stichwort Polyurethanes, Published Online: 15 JAN 2005, DOI: 10.1002/14356007.a21\_665.pub2, Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim [0042]



$R^{IV}$  ein gegebenenfalls substituierter, gegebenenfalls mit Halogenen substituierter Kohlenwasserstoffrest mit 1 bis 50 Kohlenstoffatomen,

$R_1$  R oder  $R_3$  oder  $R_7$  ist,

$R_2$  R oder  $R_3$  oder  $R_7$  oder ein mit Heteroatomen substituierter, funktioneller, organischer, gesättigter oder ungesättigter Rest, vorzugsweise ausgesucht aus der Gruppe der Alkyl-, Chloralkyl-, Chloraryl-, Fluoralkyl-, Cyanoalkyl-, Acryloxyaryl-, Acryloxyalkyl-, Methacryloxyalkyl-, Methacryloxypropyl- oder Vinyl-Reste, besonders bevorzugt ein Methyl-, Chlorpropyl-, Vinyl- oder ein Methacryloxypropyl-Rest ist,

$R_3$  -Q-O-(CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>O)-<sub>x</sub>-(CH<sub>2</sub>-CH(R')O)-<sub>y</sub>-(SO)<sub>z</sub>-R'

oder

-Q-O-(CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>O)-<sub>x</sub>-(CH<sub>2</sub>-CH(R')O)-<sub>y</sub>-R'',

mit

Q = zweiwertiger Kohlenwasserstoffrest mit 2 bis 4 Kohlenstoffatomen, vorzugsweise Q = -CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>- oder -CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-

x = 0 bis 200,

y = 0 bis 200,

z = 0 bis 100,

R' eine unsubstituierte oder gegebenenfalls substituierte, beispielsweise mit Alkylresten, Arylresten oder Halogenalkyl- oder Halogenarylresten substituierte, Alkyl- oder Arylgruppe mit 1 bis 12 C-Atomen ist und

R'' einen Wasserstoffrest oder eine Alkylgruppe mit 1 bis 4 C-Atomen, eine Gruppe -C(O)-R''' mit R''' = Alkylrest, eine Gruppe -CH<sub>2</sub>-O-R', eine Alkylarylgruppe, wie z. B. eine Benzylgruppe, die Gruppe -C(O)-OR', die Gruppe -C(O)NH-R' bedeutet,

SO ein Styroloxid-Rest -CH(C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>)-CH<sub>2</sub>-O- ist,

$R_7$  = verzweigter Polyetherrest oder Vernetzerrest, wie er sich z. B. aus Diallylverbindungen bzw. umgesetzten Diallylverbindungen ableitet,

mit der Maßgabe, dass mindestens ein Rest ein Rest  $R_3$  ist und dass mindestens ein Rest  $R_3$  ein Polyetherrest mit einem Molgewicht größer-gleich 4500 g/mol, und R'' = H ist und  $n + n^1 + m + m^1$  größer-gleich 15 ist.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass bei allen Polyetherresten  $R_3$  mit einem Molgewicht größer-gleich 4500 g/mol R'' gleich Wasserstoff ist.

7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass alle Polyetherreste  $R_3$  mit einem Molgewicht kleiner 4500 g/mol R'' ungleich Wasserstoff ist.

8. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Zusammensetzung enthaltend ein oder mehrere Silikonpolyether-Copolymere sowie des weiteren eine oder mehrere bei der Herstellung von Polyurethanschäumen verwendbare Substanzen, ausgewählt aus Nukleierungsmitteln, zellverfeinernden Additiven, Zellöffnern, Vernetzern, Emulgatoren, Flammenschutzmitteln, Antioxidantien, Antistatika, Bioziden, Farbpasten, festen Füllstoffen, Aminkatalysatoren, Metallkatalysatoren und Puffersubstanzen, eingesetzt wird.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Zusammensetzung ein oder mehrere Lösungsmittel, vorzugsweise ausgewählt aus Glykolen, Alkoxylaten oder Ölen synthetischer und/oder natürlicher Herkunft, enthält.

10. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Silikonpolyetherblock-Copolymer als Schaumstabilisator eingesetzt wird.

11. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass bei der Herstellung des Polyurethanschaums Wasser, Methylenchlorid, Pentan, Alkane, Cyclopentan, halogenierte Alkane, Aceton oder Kohlendioxid als Treibmittel eingesetzt wird.

12. Polyurethanschaum erhältlich durch ein Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 11.

13. Polyurethanschaum enthaltend ein Silikonpolyetherblock-Copolymer wie in einem der Ansprüche 1 bis 11 definiert.

14. Artikel enthaltend oder bestehend aus einem Polyurethanschaum gemäß Anspruch 12 oder 13.

Es folgt kein Blatt Zeichnungen