



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 60 2005 005 351 T2** 2009.03.26

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 805 250 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **60 2005 005 351.4**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US2005/036002**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **05 803 722.7**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2006/047060**

(86) PCT-Anmeldetag: **07.10.2005**

(87) Veröffentlichungstag
der PCT-Anmeldung: **04.05.2006**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **11.07.2007**

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **12.03.2008**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **26.03.2009**

(51) Int Cl.⁸: **C08J 9/00** (2006.01)
C08L 23/12 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

621495 P **22.10.2004** **US**

(73) Patentinhaber:

Dow Global Technologies, Inc., Midland, Mich., US

(74) Vertreter:

derzeit kein Vertreter bestellt

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB,
GR, HU, IE, IS, IT, LI, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO,
SE, SI, SK, TR**

(72) Erfinder:

**BURGUN, Sandrine, 67480 Leutenheim, FR;
SUBRAMONIAN, Suresh, Midland, MI 48642, US**

(54) Bezeichnung: **VON NATUR AUS OFFENZELLIGER POLYPROPYLENSCHAUM MIT GROSSER ZELLGRÖSSE**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

Querverweis

[0001] Die vorliegende Anmeldung beansprucht die Priorität der vorläufigen US-Patentanmeldung Nr. 60/621,495, eingereicht am 22. Oktober 2004.

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

Gebiet der Erfindung

[0002] Die vorliegende Erfindung betrifft einen von Natur aus offenzelligen polymeren Schaumstoff auf Polypropylenbasis mit einer durchschnittlichen Zellgröße von mindestens 4 mm, ein Verfahren zur Herstellung eines solchen polymeren Schaumstoffs und ein Verfahren zur Verwendung eines solchen polymeren Schaumstoffs.

Beschreibung der zugehörigen Technik

[0003] Schaumstoffe mit einer großen durchschnittlichen Zellgröße (d. h. einer durchschnittlichen Zellgröße von mindestens 1,5 mm) sind bei Anwendungen wie zum Beispiel Filtration und Schalldämpfung wünschenswert. Bei diesen Anwendungen ist ein offenzelliger Schaumstoff von Nutzen. Häufig wäre bei diesen Anwendungen auch die mit Schaumstoffen aus Polypropylen (PP) verbundene Wärmebeständigkeit von Nutzen, so dass die Filtration heißer Flüssigkeiten bzw. die Schalldämpfung an warmen Orten (zum Beispiel im Motorraum) möglich ist.

[0004] PP-Schaumstoffe sind wünschenswert wegen ihrer Wärmebeständigkeit, ihrer guten Eignung für Extrusionsverfahren und ihrer Wiederverwertbarkeit. Die Herstellung von PP-Schaumstoffen, die eine große durchschnittliche Zellgröße haben und von Natur aus offenzellig sind, stellt eine Herausforderung dar. Ein Schaumstoff ist "von Natur aus offenzellig", wenn er offenzellig wird, wenn sich der Schaumstoff während der Herstellung ausdehnt, und nicht zum Beispiel während eines mechanischen Perforationsschrittes.

[0005] Das US-Patent Nr. 6,590,006 B2 offenbart einen Polyolefinschaumstoff mit einer großen Zellgröße, der aus einer Kombination von mindestens 35 Gew.-% PP hoher Schmelzfestigkeit und bis zu 65 Gew.-% eines radikalisch polymerisierten Ethylenpolymers hergestellt ist. Das US-Patent Nr. 6,590,006 B2 lehrt jedoch, wie ein geschlossenzelliger Schaumstoff herzustellen und der Schaumstoff dann zu perforieren ist, um einen offenzelligen Charakter zu erreichen.

[0006] Das US-Patent Nr. 6,541,105 (USP '105) offenbart offenzellige Polyolefinschaumstoffe einschließlich eines offenzelligen PP-Schaumstoffs, der eine Zellgröße von mehr als 1 mm hat, aber die Beimischung von Polyolefinen erfordert, die einen Unterschied im Schmelzpunkt von mindestens 10°C haben.

[0007] Es ist wünschenswert, auf dem Gebiet der PP-Schaumstoffe dahingehend Fortschritte zu erzielen, dass nun auch PP-Schaumstoffe mit einer Zellgröße eingeschlossen sind, die größer ist als die mit der Technologie nach USP '105 erzielbare Zellgröße. Es ist wünschenswert, einen PP-Schaumstoff zu haben, der von Natur aus offenzellig ist, so dass nicht perforiert werden muss. Es ist sogar mehr wünschenswert, wenn die den Schaumstoff bildende Polymermischung keine Polymere mit einem Schmelzpunktunterschied von mindestens 10°C umfassen muss. Noch mehr wünschenswert ist eine Polymerzusammensetzung, die über ein Düsentemperaturfenster von mindestens 10°C zu einem von Natur aus offenzelligen PP-Schaumstoff geblasen werden kann.

KURZE ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0008] Die vorliegende Erfindung bringt Fortschritte auf dem Gebiet der PP-Schaumstofftechnologie, indem sie einen PP-Schaumstoff und ein Verfahren bereitstellt, das einem oder mehreren der oben genannten wünschenswerten Eigenschaften genügt.

[0009] In einer ersten Ausgestaltung handelt es sich bei der vorliegenden Erfindung um einen von Natur aus offenzelligen polymeren Schaumstoff, der im Wesentlichen aus einer Polymermischung besteht, in der Zellen mit einer durchschnittlichen Zellgröße von mindestens 4 mm definiert sind, wobei der Schaumstoff einen inhärent offenzelligen Gehalt von mindestens 40 Prozent hat (gemäß American Society for Testing and Materials

(ASTM) D2856-94), und wobei die Polymermischung im Wesentlichen aus Folgendem besteht: (a) einem Polypropylen hoher Schmelzfestigkeit; (b) einem zweiten Polypropylen, das ausgewählt ist aus linearen und im Wesentlichen linearen Polypropylenen, die einen Schmelzpunkt innerhalb von 10°C von (a) haben, eine Schmelzfließgeschwindigkeit (ASTM D-1238, Bedingung L), die signifikant anders ist als die von (a), und die mit (a) mischbar sind; und, optional, (c) einem Ethylenpolymer, das mit (a) nicht mischbar ist; wobei die Polymermischung 60 Gew.-% oder weniger von (c) enthält, bezogen auf das Gewicht der Polymermischung; und wobei (a) mindestens 60 Gew.-% und maximal 90 Gew.-% des Gesamtgewichts von (a) und (b) ausmacht.

[0010] In einer zweiten Ausgestaltung handelt es sich bei der vorliegenden Erfindung um ein Verfahren zur Herstellung des polymeren Schaumstoffs der ersten Ausgestaltung, wobei das Verfahren die folgenden Schritte umfasst: Bilden einer schäumbaren Zusammensetzung durch Mischen eines Treibmittels in eine weich gemachte Polymermischung bei einem Mischdruck und dann Beaufschlagen der schäumbaren Zusammensetzung mit einem Druck, der niedriger ist als der Mischdruck, und Aufschäumenlassen der schäumbaren Zusammensetzung zu dem polymeren Schaumstoff der ersten Ausgestaltung; wobei die Verbesserung darin besteht, dass die weich gemachte Polymermischung im Wesentlichen aus Folgendem besteht: (a) einem Polypropylen hoher Schmelzfestigkeit; (b) einem zweiten Polypropylen, das ausgewählt ist aus linearen und im Wesentlichen linearen Polypropylenen, die einen Schmelzpunkt innerhalb von 10°C von (a) haben, eine Schmelzfließgeschwindigkeit (ASTM D-1238, Bedingung L), die signifikant anders ist als die von (a), und die mit (a) mischbar sind; und, optional, (c) einem Ethylenpolymer, das mit (a) nicht mischbar ist; wobei die Polymermischung 60 Gew.-% oder weniger von (c) enthält, bezogen auf das Gewicht der Polymermischung; und wobei (a) mindestens 60 Gew.-% und maximal 90 Gew.-% des Gesamtgewichts von (a) und (b) ausmacht.

[0011] In einer dritten Ausgestaltung handelt es sich bei der vorliegenden Erfindung um ein Verfahren zur Verwendung des polymeren Schaumstoffs der ersten Ausgestaltung, bei dem der polymere Schaumstoff der ersten Ausgestaltung so zwischen zwei Bereichen angeordnet wird, dass Schall in einem Bereich wenigstens teilweise den Schaumstoff durchdringt, um zu dem zweiten Bereich zu gelangen.

[0012] Schaumstoffe der vorliegenden Erfindung sind zum Beispiel als Schalldämpfungsmaterialien sowie als Filtermaterialien von Nutzen.

AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

[0013] Der Schaumstoff und das Verfahren der vorliegenden Erfindung besteht im Wesentlichen aus einer Polymermischung, die im Wesentlichen aus zwei, vorzugsweise drei verschiedenen Polymeren besteht. "Besteht im Wesentlichen aus" bedeutet hier, dass sie mindestens 90 Gew.-% oder mehr ausmacht, bezogen auf das Gesamtgewicht der beschriebenen Zusammensetzung. Der Schaumstoff besteht im Wesentlichen aus der Polymermischung bedeutet zum Beispiel, dass die Polymermischung mindestens 90 Gew.-% des Gesamtgewichts des Schaumstoffs ausmacht. Analog dazu machen die zwei, vorzugsweise drei Polymere mindestens 90 Gew.-% des Gesamtgewichts der Polymermischung aus.

[0014] Das erste Polymer (Bestandteil A) ist ein Polypropylen (PP) hoher Schmelzfestigkeit. Das zweite Polymer (Bestandteil B) ist ein zweites PP, das von Bestandteil A verschieden ist und das ausgewählt ist aus linearem und im Wesentlichen linearem PP mit einem Schmelzpunkt innerhalb von 10°C von Bestandteil A. Ohne an eine Theorie gebunden zu sein, ist diese spezielle Mischung wünschenswert, um großzellige Schaumstoffe mit einem hohen offenzelligen Gehalt herzustellen, weil PP hoher Schmelzfestigkeit dank seiner Kaltverfestigungseigenschaften während der Schaumexpansion für Stabilität während der Schaumbildung sorgt, während lineares oder im Wesentlichen lineares PP die Kaltverfestigungseigenschaften der Polymermischung abschwächt. Mit der Konzentration von Bestandteil A und Bestandteil B in der Polymermischung der vorliegenden Erfindung werden in optimaler Weise komplementäre Eigenschaften von Bestandteil A und von Bestandteil B beigesteuert – Bestandteil A sorgt dafür, dass die Zellwände während des Aufschäumens unversehr bleiben, um ein Zusammenfallen des Schaums zu verhindern, während Bestandteil B für Expandierbarkeit sorgt und eine Stelle in der Wand bereitstellt, die aufreißen kann, um eine Öffnung zwischen Zellen (eine Pore) zu bilden. Infolgedessen kann sich die Polymermischung bei der vorliegenden Erfindung genügend ausdehnen, um einen Schaumstoff mit einer großen Zellgröße und einer inhärent offenzelligen Struktur zu schaffen.

[0015] Bei den Bestandteilen A und B (die Bestandteile A und B werden kollektiv als "PP-Bestandteile" bezeichnet) handelt es sich jeweils um ein Polymer, das mindestens 50 Gewichtsprozent (Gew.-%) polymerisierte Propyleneinheiten enthält, bezogen auf das Gewicht des Polymers. Wünschenswerterweise handelt es sich bei einem PP-Bestandteil oder bei beiden um mindestens 80 Gew.-%, vorzugsweise mindestens 90 Gew.-%,

mehr bevorzugt 100 Gew.-% (d. h. PP-Homopolymer) polymerisiertes Propylen, bezogen auf das Gewicht des PP-Bestandteils. Bestandteil A, Bestandteil B oder sowohl A als auch B können auch ein statistisches bzw. Blockcopolymer von Propylen und einem Olefin sein, das ausgewählt ist aus Ethylen, 1-Olefinen (α -Olefinen) mit vier bis zehn Kohlenstoffatomen (C_{4-10}) und C_{4-10} -Dienen, oder ein statistisches Terpolymer von Propylen und zwei Monomeren, die ausgewählt sind aus Ethylen und C_{4-10} α -Olefinen. Wünschenswerterweise ist Bestandteil A, Bestandteil B oder sowohl A als auch B isotaktisch.

[0016] Bestandteil A ist ein Polypropylen (PP) hoher Schmelzfestigkeit; das heißt, Bestandteil A ist ein verzweigtes Polymer, hergestellt nach einem beliebigen Verzweigungsverfahren einschließlich Bestrahlung mit einem energiereichen Elektronenstrahl (siehe US-Patent Nr. 4,916,198, durch Verweis darauf hierin mit einbezogen), Kopplung mit einem azidofunktionellen Silan (siehe US-Patent Nr. 4,714,716, durch Verweis darauf hierin mit einbezogen) und durch Umsetzen mit einem Peroxid in Gegenwart eines multi-vinylfunktionellen Monomers. PP hoher Schmelzfestigkeit hat einen Verzweigungsindex kleiner als 1, vorzugsweise kleiner als 0,9 und am meisten bevorzugt kleiner als 0,4. Das PP hoher Schmelzfestigkeit hat vorzugsweise einen Verzweigungsindex von mindestens 0,2. Der Verzweigungsindex ist ein Maß für eine langkettige Verzweigung in einem Polymer (siehe US-Patent Nr. 4,916,198, Spalte 3, Zeile 65 bis Spalte 4, Zeile 30, durch Verweis darauf hierin mit einbezogen, für ein Verfahren zur Ermittlung eines Verzweigungsindex).

[0017] Bestandteil A hat wünschenswerterweise eine Schmelzfließgeschwindigkeit von 0,01 Gramm pro zehn Minuten (g/10 min) oder mehr, vorzugsweise 0,05 g/10 min oder mehr, mehr bevorzugt 0,1 g/10 min oder mehr, noch mehr bevorzugt 0,5 g/10 min oder mehr. Wünschenswerterweise hat Bestandteil A eine Schmelzfließgeschwindigkeit von 100 g/10 min oder weniger, vorzugsweise 50 g/10 min oder weniger, mehr bevorzugt 20 g/10 min oder weniger, noch mehr bevorzugt 10 g/10 min oder weniger. Ein PP hoher Schmelzfestigkeit (Bestandteil A) mit einer Schmelzfließgeschwindigkeit kleiner als 0,01 g/10 min ist im Allgemeinen zu viskos, um aufzuschäumen, während eines mit einer Schmelzfließgeschwindigkeit größer als 100 g/10 min im Allgemeinen zu dünnflüssig ist, um aufzuschäumen. Die Schmelzfließgeschwindigkeit wird gemessen nach American Society for Testing and Materials (ASTM) D-1238 (Bedingung L: 230°C und 2,16 kg Gewicht).

[0018] Bestandteil B hat eine signifikant andere Schmelzfließgeschwindigkeit als Bestandteil A, was bedeutet, dass Bestandteil B eine Schmelzfließgeschwindigkeit kleiner oder gleich der Hälfte der Schmelzfließgeschwindigkeit von Bestandteil A oder eine Schmelzfließgeschwindigkeit größer oder gleich dem Doppelten der Schmelzfließgeschwindigkeit von Bestandteil A hat. Ist die Schmelzfließgeschwindigkeit von Bestandteil B nicht signifikant verschieden von der von Bestandteil A (d. h. die Schmelzfließgeschwindigkeit beträgt das 0,5- bis 2-Fache der Schmelzfließgeschwindigkeit des PP-Bestandteils hoher Schmelzfestigkeit), dann wird die Polymermischung im Allgemeinen zu einem geschlossenzelligen Schaumstoff expandieren. Die Schmelzfließgeschwindigkeit wird genauso gemessen wie bei Bestandteil A. Aus denselben Gründen wie bei Bestandteil A hat Bestandteil B vorzugsweise eine Schmelzfließgeschwindigkeit größer als 0,01 g/10 min und kleiner als 100 g/10 min.

[0019] Beide PP-Bestandteile haben wünschenswerterweise eine Schmelzspannung von 7 centiNewton (cN) oder mehr, vorzugsweise 10 cN oder mehr, mehr bevorzugt 15 cN oder mehr und am meisten bevorzugt 20 cN oder mehr. Wünschenswerterweise haben beide PP-Bestandteile eine Schmelzspannung von 60 cN oder weniger, vorzugsweise 40 cN oder weniger. Ein PP-Bestandteil mit einer Schmelzspannung unter 7 cN führt dazu, dass eine Polymermischung zu instabil ist, um einen Schaum zu bilden, während ein PP-Bestandteil mit einer Schmelzspannung über 60 cN dazu führt, dass die Polymermischung sich zu schwer zu einem Schaumstoff expandieren lässt. Die Schmelzspannung wird nach dem "Chisso-Verfahren" gemessen. Das Chisso-Verfahren gibt die Spannung eines aus einer Kapillardüse mit einem Durchmesser von 2,1 mm, einer Länge von 40 mm und einer Temperatur von 230°C extrudierten Strangs von geschmolzenem Polymermaterial in cN an. Das Polymer wird mit einer Extrusionsgeschwindigkeit von 20 mm/min und einer konstanten Aufwickelgeschwindigkeit von 3,14 m/min unter Verwendung eines Schmelzspannungsprüfgeräts Modell 2 (Togo Seiki Seisaku-sho Ltd.) extrudiert.

[0020] Während Bestandteil A und Bestandteil B voneinander verschiedene Werte für die Schmelzfestigkeit haben können, haben beide PP-Bestandteile wünschenswerterweise eine Schmelzfestigkeit von 10 cN oder mehr, vorzugsweise 20 cN oder mehr, mehr bevorzugt 25 cN oder mehr, noch mehr bevorzugt 30 cN oder mehr und 60 cN oder weniger, vorzugsweise 55 cN oder weniger. Ein Polymer mit einer Schmelzfestigkeit kleiner als 10 cN wird zu instabil sein, um einen Schaum zu bilden, während ein Polymer mit einer Schmelzfestigkeit größer als 60 cN sich zu schwer aufschäumen lässt. Schmelzfestigkeit bezeichnet die Spannung in einem aus einer Kapillardüse mit einem Durchmesser von 2,1 mm und einer Länge von 4,9 mm bei 190°C und mit einer Geschwindigkeit von 0,030 ml/sek extrudierten und mit einer konstanten Beschleunigung unter Verwendung

einer Rheotens-Schmelzspannungsvorrichtung von Goettfert (Goettfert, Inc.) gestreckten Strang von geschmolzenem Polymer. Die grenzwertige Zugkraft oder Reißfestigkeit eines Polymers ist die Schmelzfestigkeit des Polymers.

[0021] Während Bestandteil A und Bestandteil B voneinander verschiedene Werte für die Schmelzdehnung haben können, haben beide PP-Bestandteile wünschenswerterweise einen Schmelzdehnungswert von mindestens 50%, vorzugsweise 150% oder mehr, mehr bevorzugt 200% oder mehr, gemessen mit der Rheotens-Schmelzspannungsvorrichtung. Wenn ein PP-Bestandteil einen Schmelzdehnungswert von weniger als 50% hat, wird er nicht zu einem Schaum expandieren. Es gibt keine bekannte Obergrenze für geeignete Schmelzdehnungswerte der PP-Bestandteile.

[0022] Bestandteil A hat wünschenswerterweise einen $\tan \delta$ -Wert von 1,5 oder weniger, vorzugsweise 1,2 oder weniger und mehr bevorzugt 1,0 oder weniger. Bestandteil A wird im Allgemeinen einen $\tan \delta$ -Wert von 0,5 oder mehr haben. Ein Polymer mit einem $\tan \delta$ -Wert, der höher ist als 1,5, ist extrem viskos und erleichtert im Allgemeinen das Zusammenfallen des Schaums während der Verarbeitung. Ein $\tan \delta$ -Wert ist das Verhältnis g''/g' , wobei g'' der Verlustmodul und g' der Speichermodul der Polymerschmelze ist. Ein $\tan \delta$ -Wert für ein Polymer wird mit einer Probe des Polymers mit einer Dicke von 2,5 mm und einem Durchmesser von 25 mm bei 190°C und mit einem mechanischen Spektrometer (zum Beispiel Rheometrics Modell RMS-800; Rheometric, Inc.) gemessen, das mit einer Frequenz von 1 rad/sek schwingt.

[0023] Beispiele für geeignete PP-Polymere hoher Schmelzfestigkeit sind Pro-fax™ PF814 (Basel) Polyolefins Company N. V., Niederlande, Warenzeichen von Montell North America Inc.) und Daploy WD130HMS (von Borealis A/S, Dänemark).

[0024] Bestandteil B wird aus linearen und im Wesentlichen linearen PP-Polymeren ausgewählt, die einen Schmelzpunkt innerhalb von 10°C von Bestandteil A haben. Ein "lineares PP" ist frei von jeglicher langkettiger Verzweigung und hat einen Verzweigungsindex von eins (1). Ein "im Wesentlichen lineares PP" enthält bis zu drei, vorzugsweise bis zu einer langkettigen Verzweigung pro 1000 Kohlenstoffatome. Typischerweise enthält im Wesentlichen lineares PP 0,01 oder mehr, noch typischer 0,03 oder mehr langkettige Verzweigungen pro 1000 Kohlenstoffatome. Ein im Wesentlichen lineares PP hat einen Verzweigungsindex kleiner als 1. Bei den Polymermischungen der vorliegenden Erfindung hat Bestandteil B einen Verzweigungsindex größer als Bestandteil A in derselben Polymermischung.

[0025] Bestandteil B ist wünschenswerterweise "mischbar", vorzugsweise "vollständig mischbar" mit Bestandteil A. Die Mischbarkeit eines Polymers wird mittels Differentialscanningkalorimetrie (DSK) charakterisiert. Eine Probe einer festen Mischung der Bestandteile A und B wird ausgehend von 23°C erwärmt, bis die Probe vollständig geschmolzen ist. Der zur Aufrechterhaltung eines konstanten Temperaturanstiegs der Probe von 10°C pro Minute notwendige Wärmestrom wird im Vergleich zur Probentemperatur graphisch dargestellt. Die Polymere sind "mischbar", wenn sie entweder "vollständig mischbar" oder "im Wesentlichen mischbar" sind. Wenn die in der Polymerprobe enthaltenen Polymere "vollständig mischbar" sind, gibt es in der Kurve einen Peak. Die Polymere sind "im Wesentlichen mischbar", wenn sich mindestens 50% der Fläche ihrer entsprechenden Peaks überlappen. Die Polymere sind "unmischbar", wenn sie entweder "im Wesentlichen unmischbar" oder "vollständig unmischbar" sind. Die Polymere sind "vollständig unmischbar", wenn es einen jedem Polymer entsprechenden Peak gibt und die Peaks sich nicht überlappen (Basislinientrennung). Die Polymere sind "im Wesentlichen unmischbar", wenn sich weniger als 50% der Fläche ihrer entsprechenden Peaks überlappen.

[0026] Beispiele für geeignete Polymere von Bestandteil B sind Pro-fax 6823 (Basel) Polyolefins Company N. V., Niederlande) und PP 5D45 (The Dow Chemical Company, USA).

[0027] Bestandteil A und Bestandteil B haben einen Schmelzpunkt innerhalb von 10°C und vermischen sich daher in effizienter Weise während der Verarbeitung des Schaums.

[0028] Eine Kombination von Bestandteil A und Bestandteil B in der Polymermischung enthält mindestens 60 Gew.-% und höchstens 90 Gew.-% Bestandteil A, bezogen auf das kombinierte Gewicht der Bestandteile A und B. Die Kombination kann mindestens 70 Gew.-%, sogar mindestens 80 Gew.-% Bestandteil A enthalten. Gew.-% bezieht sich auf das Gesamtgewicht einer Kombination der Bestandteile A und B. Polymermischungen, die weniger als 60 Gew.-% PP hoher Schmelzfestigkeit enthalten, sind im Allgemeinen instabil und fallen beim Aufschäumen zusammen. Polymermischungen, die mehr als 90 Gew.-% Bestandteil A enthalten, sind im Allgemeinen geschlossenzellig (offenzelliger Gehalt von 20 Prozent oder weniger).

[0029] Der dritte Polymerbestandteil (Bestandteil C), ein Ethylenpolymerbestandteil, ist in der Polymermischung erwünscht, aber nicht notwendig. Bestandteil C verbessert die Schalldämpfungseigenschaften eines aus der Polymermischung hergestellten Schaumstoffs. Ohne an eine Theorie gebunden zu sein, kann die Gegenwart von Bestandteil C in den Schaumstoffwänden dazu führen, dass die Wände leichter vibrieren können und dadurch die Schallenergie besser dämpfen können als Wände, die nur aus den PP-Bestandteilen bestehen. Bestandteil C ist "unmischbar", vorzugsweise "vollständig unmischbar" mit Bestandteil A. Die Mischbarkeit wird nach dem für die PP-Bestandteile beschriebenen DSK-Verfahren charakterisiert.

[0030] Als Bestandteil C geeignete Polymere umfassen größer als fünfzig (50) Gew.-%, vorzugsweise größer als achtzig (80) Gew.-% polymerisierte Ethyleneinheiten, bezogen auf das Gewicht des Polymers. Beispiele für geeignete Polymere für Bestandteil C sind Polyethylen niedriger Dichte (LDPE), lineares Polyethylen niedriger Dichte (LLDPE), Polyethylen hoher Dichte (HDPE), Ethylen-Vinylacetat-Copolymere (EVA), Ethylen-Ethylacrylat-Copolymere (EEA) und Ethylen-Acrylsäure-Copolymere (EAA). Bestandteil C kann ein oder mehr geeignete Polymere enthalten. Vorzugsweise wird Bestandteil C aus einer aus LDPE, LLDPE und HDPE bestehenden Gruppe ausgewählt. Am meisten bevorzugt ist Bestandteil C LDPE.

[0031] Verzweigte Ethylenpolymere sind besonders wünschenswert als Bestandteil C, um sowohl eine Schalldämpfungswirkung bei dem Schaumstoff als auch eine optimale Schaumstabilität während der Schaumbildung bereitzustellen. Verzweigte Polymere erfahren während der Expansion des Polymers bei der Schaumbildung eine Kaltverfestigung, was die Stabilität des Schaums während seiner Bildung verbessert.

[0032] Wünschenswerterweise hat Bestandteil C einen Schmelzindex, 12, von 0,1 g/10 min oder mehr, vorzugsweise 0,25 g/10 min oder mehr, mehr bevorzugt 0,5 g/10 min oder mehr und 100 g/10 min oder weniger, vorzugsweise 50 g/10 min oder weniger, mehr bevorzugt 5 g/10 min oder weniger. 12 wird nach ASTM D-1238 bei 190°C und mit einer Last von 2,16 kg gemessen. Ethylenpolymere mit einem 12 von kleiner als 0,1 g/10 min sind zu viskos, um problemlos zu schäumen, während Ethylenpolymere mit einem 12 von größer als 100 g/10 min keine ausreichende Viskosität besitzen, um einen stabilen Schaum zu bilden.

[0033] Bestandteil C kann in der Polymermischung in einer Menge von 60 Gew.-% oder weniger, vorzugsweise 50 Gew.-% oder weniger und mehr bevorzugt 40 Gew.-% oder weniger, bezogen auf das Gesamtgewicht der Polymermischung, vorhanden sein. Polymermischungen, die mehr als 60 Gew.-% Bestandteil C enthalten, bilden im Allgemeinen instabile Schäume, die während der Verarbeitung zusammenfallen. Die Polymermischung kann auch frei sein von Bestandteil C; daher ist Bestandteil C ein optionaler Bestandteil.

[0034] Beispiele für geeignete Polymere für Bestandteil C sind LDPE 620i und LDPE 300R (beide erhältlich bei The Dow Chemical Company).

[0035] In einer ersten Ausgestaltung handelt es sich bei der vorliegenden Erfindung um einen polymeren Schaumstoff, der im Wesentlichen aus der Polymermischung der Bestandteile A, B und, optional, C besteht. Die relativen Anteile der Bestandteile A, B und C sind wie oben für die Polymermischung beschrieben. Der Schaumstoff hat eine durchschnittliche Zellgröße von 4 mm oder größer, vorzugsweise 7 mm oder größer. Der Schaumstoff kann eine durchschnittliche Zellgröße von 10 mm oder größer haben. Es gibt keine bekannte Obergrenze für die Zellgröße der vorliegenden Erfindung, wenngleich die Schaumstoffe im Allgemeinen eine durchschnittliche Zellgröße von kleiner als 20 mm haben. Die durchschnittliche Zellgröße wird nach ASTM D3756 gemessen.

[0036] Schaumstoffe der vorliegenden Erfindung sind von Natur aus offenzellig, das heißt, während des Schaumbildungsprozesses entstehen Poren, die Zellen miteinander verbinden. An sich ist keine weitere Verarbeitung (zum Beispiel Perforation) notwendig, um die Zellstruktur der vorliegenden Schaumstoffe nach der Schaumbildung zu öffnen. Von Natur aus offenzellige Schaumstoffe der vorliegenden Erfindung unterscheiden sich von perforierten Schaumstoffen. Perforierte Schaumstoffe haben eine lineare Ausrichtung von Öffnungen durch zwei oder mehr Zellen (mindestens 3 Zellwände) mit mindestens einer Schaumoberfläche. Die Öffnungen haben im Wesentlichen dieselbe Größe. Im Allgemeinen haben perforierte Schaumstoffe eine lineare Ausrichtung von Öffnungen, die einen Kanal bilden, der sich durch zwei einander gegenüberliegende primäre Schaumoberflächen (Oberflächen mit der größten Flächengröße) erstreckt, ohne die Schaumoberflächen zu streifen.

[0037] Im Gegensatz dazu ist ein von Natur aus offenzelliger Schaumstoff typischerweise frei von einer linearen Ausrichtung von Öffnungen, die sich durch zwei oder mehr Zellen erstrecken, insbesondere einer solchen Ausrichtung von Öffnungen, die im Wesentlichen gleich groß sind. Ferner sind von Natur aus offenzellige

Schaumstoffe typischerweise frei von einer Bahn linear ausgerichteter Öffnungen von im Wesentlichen gleicher Größe, die einen Kanal bilden, der sich durch zwei gegenüberliegende primäre Schaumoberflächen erstreckt, ohne die Schaumoberflächen zu streifen.

[0038] Schaumstoffe der vorliegenden Erfindung haben eine von Natur aus offenzellige Struktur, die einem offenzelligen Gehalt von 40 Prozent oder mehr, vorzugsweise 60 Prozent oder mehr, mehr bevorzugt 80 Prozent oder mehr, noch mehr bevorzugt 90 oder mehr entspricht. Schaumstoffe der vorliegenden Erfindung können eine inhärent offenzellige Struktur von bis zu und einschließlich einem offenzelligen Gehalt von 100% haben. Der offenzellige Gehalt wird nach ASTM D2856-94, Verfahren A, gemessen. Weitere Verarbeitungsmethoden wie zum Beispiel Perforation eignen sich zum Modifizieren oder Verbessern des offenzelligen Charakters von Schaumstoffen der vorliegenden Erfindung. Methoden wie Perforation können besonders wünschenswert sein, um den offenzelligen Charakter durch eine Haut auf der Oberfläche eines Schaumstoffs zu verbessern.

[0039] Wünschenswerterweise sind die Schaumstoffe der vorliegenden Erfindung wiederverwertbar. Ein Schaumstoff ist "wiederverwertbar", wenn er zu einem neuen polymeren Schaumstoff wieder aufbereitet werden kann, ohne im Vergleich zu einem ohne wieder aufbereitetes Polymer unter denselben Verarbeitungsbedingungen hergestellten neuen polymeren Schaumstoff einen optisch wahrnehmbaren Einfluss auf die Eigenschaften des neuen polymeren Schaumstoffs zu haben. Idealerweise sind die Schaumstoffe der vorliegenden Erfindung ausreichend wiederverwertbar, um, bezogen auf das Gewicht der Polymermischung, einen Eintrag von mindestens 20 Gew.-% in einen neuen polymeren Schaumstoff zu erlauben, ohne sich negativ auf die Eigenschaften des Schaumstoffs auszuwirken.

[0040] Schaumstoffe der vorliegenden Erfindung sind nützlich zum Absorbieren von Schall in einem Bereich von 20 bis 20.000 Hertz (Hz), vorzugsweise 500 bis 10.000 Hz, mehr bevorzugt 2000 bis 5000 Hz.

[0041] Wünschenswerterweise hat ein Schaumstoff der vorliegenden Erfindung einen Geräuschminderungskoeffizienten (NRC) von 0,2 oder mehr, vorzugsweise 0,35 oder mehr, mehr bevorzugt 0,4 oder mehr, entweder mit oder ohne die Haut des Schaumstoffs. Die Haut des Schaumstoffs ist eine Polymerfolie auf der Oberfläche eines Schaumstoffs, die durch Abschaben entfernt werden kann. Der NRC ist ein arithmetisches Mittel der Schallabsorptionskoeffizienten bei 250, 500, 1000 und 2000 Hertz. Die Schallabsorptionskoeffizienten werden nach ASTM E-1050 unter Verwendung von Proben mit einem Durchmesser von 29 mm und 100 mm und einer Dicke von 25 mm gemessen. Geeignete Vorrichtungen zum Messen der Koeffizienten sind zum Beispiel ein Schallimpedanz-Messrohr Modell 4206 und ein Signalanalysator Modell 3555, beide erhältlich bei Bruel und Kjaer A/S, Maerum, Dänemark.

[0042] Viele Schaumstoffe der vorliegenden Erfindung haben außerdem eine Formbeständigkeitstemperatur von 130°C oder mehr, vorzugsweise 140°C oder mehr, mehr bevorzugt 150°C oder mehr. Formbeständigkeitstemperatur bezeichnet die Temperatur, über der ein Schaumstoff um mindestens fünf Prozent seines Volumens schrumpfen wird, wenn er dieser Temperatur mehr als eine Stunde ausgesetzt ist. Eine hohe Formbeständigkeitstemperatur zu haben, ist bei Anwendungen wünschenswert, die eine relativ hohe Gebrauchstemperatur erfordern (zum Beispiel im Motorraum eines Fahrzeugs). Anwendungen mit hoher Gebrauchstemperatur profitieren von einem Schaumstoff mit einem PP-Homopolymer als Bestandteil A und Bestandteil B, um eine optimale Wärmebeständigkeit zu erreichen.

[0043] In einer zweiten Ausgestaltung handelt es sich bei der vorliegenden Erfindung um ein Verfahren zur Herstellung des polymeren Schaumstoffs der ersten Ausgestaltung, indem aus einem Treibmittel und einer fließfähigen Polymerzusammensetzung eine schäumbare Zusammensetzung gebildet wird und die schäumbare Zusammensetzung dann zu einem Schaumstoff expandiert wird. Die fließfähige Polymerzusammensetzung (das heißt, eine weich gemachte Polymermischung) wird hergestellt durch Erweichen der Polymermischung, die im Wesentlichen aus den Bestandteilen A, B und vorzugsweise (wenn auch nicht unbedingt) Bestandteil C besteht. Die relativen Anteile der Bestandteile A, B und C sind wie oben für die Polymermischung beschrieben. Die schäumbare Zusammensetzung wird hergestellt durch Beimischen eines Treibmittels bei einem Mischdruck zu der fließfähigen Polymerzusammensetzung. Die schäumbare Zusammensetzung wird einem Druck ausgesetzt, der niedriger ist als der Mischdruck, um die schäumbare Zusammensetzung zu einem Schaumstoff zu expandieren. Ein Fachmann erkennt, dass dies ein allgemeines Verfahren zur Herstellung eines polymeren Schaumstoffs ist und dass sich jedes von zahlreichen bekannten Verfahren dazu eignet.

[0044] Extrusionsverfahren sind besonders wünschenswert. Bei einem Extrusionsverfahren werden die Polymerbestandteile (Bestandteile A, B und, wenn vorhanden, C) bei einer Temperatur, die ausreicht, um jedes

Polymer zu erweichen, in einen Extruder eingespeist. Die Polymerbestandteile werden zu einer fließfähigen Polymerzusammensetzung gemischt. Der gemischten Zusammensetzung wird bei einem Mischdruck Treibmittel zugesetzt, um eine schäumbare Zusammensetzung zu bilden. Die schäumbare Zusammensetzung wird durch eine Düse bei einer Düsensentemperatur und einem Düsendruck in eine Zone mit niedrigerem Druck als der Düsendruck extrudiert. Vorzugsweise wird die Düse auf einer Düsensentemperatur innerhalb von 30°C der niedrigsten Temperatur gehalten, die notwendig ist, um alle Polymerbestandteile, aus denen die Polymermischung besteht, zu erweichen, um eine fließfähige Zusammensetzung zu bilden. Die niedrigste zum Erweichen aller Polymerbestandteile zu einer fließfähigen Zusammensetzung notwendige Temperatur ist der Kristallschmelzpunkt (T_m) für den am höchsten schmelzenden Polymerbestandteil in der schäumbaren Zusammensetzung oder die Glasübergangstemperatur (T_g) für den Polymerbestandteil in der schäumbaren Zusammensetzung mit der höchsten Glasübergangstemperatur, je nachdem, was höher ist. Wünschenswerterweise wird die Düsensentemperatur unter 165°C gehalten, sonst dringt das Treibmittel schnell durch die weich gewordene Polymermischung, ohne zur Expansion des Polymers beizutragen.

[0045] Einer der Vorteile der vorliegenden Erfindung besteht darin, dass die Polymermischung ein breites Düsensentemperaturfenster erlaubt, was ein Bereich von Düsensentemperaturen ist, in dem die Herstellung eines von Natur aus offenzelligen Schaumstoffs (offenzelliger Gehalt größer als 20%) mit einer durchschnittlichen Zellgröße von 4 mm oder mehr während eines Extrusionsverfahrens möglich ist. Im Allgemeinen beträgt das Düsensentemperaturfenster 8°C oder mehr und kann 10°C oder mehr, sogar 15°C oder mehr betragen.

[0046] Treibmittel wird einer fließfähigen Polymerzusammensetzung mit jedem in der Technik bekannten Mittel, beispielsweise mit einem Extruder, Mixer oder Mischer beigemischt. Jedes herkömmliche Treibmittel ist zur Bildung von Schaumstoffen der vorliegenden Erfindung geeignet. Das US-Patent Nr. 5,527,573 beschreibt zum Beispiel in Spalte 4, Zeile 66 bis Spalte 5, Zeile 20 (durch Verweis darauf hierin mit einbezogen) Treibmittel, die für das Verfahren der vorliegenden Erfindung geeignet sind. Besonders wünschenswerte Treibmittel sind aliphatische Kohlenwasserstoffe mit einer Siedetemperatur zwischen -50°C und +50°C, wie zum Beispiel n-Pentan, i-Pentan, n-Butan, i-Butan, Propan und Kombinationen davon, einschließlich i-Butan/n-Butan-Mischungen. Wasser und Kohlendioxid sind ebenfalls wünschenswerte Treibmittel. Halogenierte Treibmittel wie zum Beispiel fluorierte Kohlenwasserstoffe sind ebenfalls geeignete Treibmittel. Eine schäumbare Zusammensetzung kann eines oder eine Mischung von Treibmitteln enthalten.

[0047] Geeignete Extrusionsverfahren schließen ein akkumulierendes Extrusionsverfahren gemäß der Lehre des US-Patents Nr. 4,323,528 und des US-Patents Nr. 5,817,705 mit ein (die beide durch Verweis darauf hierin mit einbezogen sind). Bei der akkumulierenden Extrusion wird ein Extruder-Akkumulator-System verwendet, das eine Haltezone (bzw. einen Akkumulator) aufweist, wo schäumbares Gel unter Bedingungen bleibt, die eine Schaumbildung verhindern. Der Akkumulator hat eine Auslassdüse, die in eine Zone mit vermindertem Druck mündet. Die Düse hat eine Öffnung, die sich intermittierend öffnet und dann wieder schließt. Ein mechanischer Stößel übt beim Öffnen der Öffnung Druck auf die schäumbare Zusammensetzung aus. Wenn der Stößel Druck ausübt, wird ein Teil der Zusammensetzung durch die Düse und in eine Zone mit vermindertem Druck extrudiert, wo die Zusammensetzung zu dem polymeren Schaumstoff expandiert. Das akkumulierende Extrusionsverfahren ist eine intermittierende und nicht kontinuierliche Art und Weise, polymeren Schaumstoff zu extrudieren. Dennoch kann ein Schaumstoffprodukt aus einem akkumulierenden Extruder dem eines kontinuierlichen Extrusionsverfahrens stark ähneln.

[0048] Schaumstoff-Strangpressverfahren sind ebenfalls geeignete Ausführungsformen des vorliegenden Extrusionsverfahrens. Die US-Patente Nr. 3,573,152 und Nr. 4,824,720 (deren Lehre durch Verweis darauf hierin mit einbezogen wird) enthalten Beschreibungen von Schaumstoff-Strangpressverfahren. Im Allgemeinen wird bei einem Schaumstoff-Strangpressverfahren eine schäumbare Polymerzusammensetzung durch eine Düse extrudiert, die eine Vielzahl von Öffnungen enthält, die so ausgerichtet sind, dass bei Expansion der schäumbaren Polymerzusammensetzung nach dem Extrudieren die resultierenden Stränge von aufschäumendem Polymer miteinander in Kontakt kommen und teilweise miteinander verschmelzen. Der resultierende Schaumstoff ist eine Zusammensetzung von Schaumstoffsträngen, die sich in Extrusionsrichtung des Schaumstoffs erstrecken. Jeder Strang in dem stranggepressten Schaumstoff wird typischerweise durch eine Haut begrenzt.

[0049] Perlschaumverfahren sind ebenfalls geeignete Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung. Es eignen sich Extrusionsverfahren und diskontinuierliche Perlschaumverfahren. Bei dem Extrusionsverfahren muss ein Schaumstoffstrang extrudiert und zu Perlen granuliert werden. Das diskontinuierliche Verfahren erfordert die folgenden Schritte: Bilden einzelner Harzteilechen, wie zum Beispiel granulierter Harzpellets, als Suspension in einem flüssigen Medium, in dem die Pellets im Wesentlichen unlöslich sind (zum Beispiel ein

Wassermedium); Imprägnieren der Pellets mit einem Treibmittel bei erhöhtem Druck und erhöhter Temperatur; und dann rasches Ausleiten der Pellets in eine Zone mit niedrigerem Druck als der erhöhte Druck und Expandierenlassen der Pellets zu Schaumstoffperlen. Die US-Patente Nr. 4,379,859 und Nr. 4,464,484 (beide durch Verweis darauf hierin mit einbezogen) offenbaren geeignete diskontinuierliche Perlschaumverfahren.

[0050] Schaumstoffe der vorliegenden Erfindung sind besonders nützlich als schalldämmende Materialien. Das Verfahren zur Verwendung der Schaumstoffe als schalldämmende Materialien umfasst den Schritt des Anordnen des Schaumstoffs der ersten Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung zwischen zwei Bereichen, so dass Schall in einem Bereich wenigstens teilweise den Schaumstoff durchdringt, um zu dem zweiten Bereich zu gelangen. Die Bereiche können zum Beispiel Räume eines Gebäudes, Kammern in einem Gehäuse (zum Beispiel Motorraum und Fahrgastraum eines Fahrzeugs) oder zwei Teile eines Raums in einem Gebäude sein. Wünschenswerterweise wird der Schaumstoff zwischen einer Schallquelle in einem Bereich und einem zweiten Bereich angeordnet, wenn eine akustische Dämpfung des Schalls vor Erreichen des zweiten Bereichs gewünscht wird.

[0051] Schaumstoffe der vorliegenden Erfindung eignen sich auch gut zur Verwendung als Filter bei Filtrationsanwendungen.

[0052] Schaumstoffe der vorliegenden Erfindung können ein oder mehr herkömmliche Zusatzstoffe enthalten, die in der Polymermischung dispergiert sind. Die Zusatzstoffe sind zum Beispiel anorganische Füllstoffe, leitfähige Füllstoffe, Pigmente und Antioxidantien, Säurefänger, Flammenschutzmittel, UV-Absorber, Verarbeitungshilfen, Extrusionshilfen, Permeabilitätsmodifikatoren, Antistatikmittel, Strahlung abschirmende Materialien und sonstige thermoplastische Polymere. Die erfindungsgemäßen Schaumstoffe enthalten vorzugsweise mindestens ein Strahlung abschirmendes Material wie zum Beispiel Kohleschwarz und einen flammenhemmenden Zusatzstoff. Die Gesamtmenge an herkömmlichem Zusatzstoff in dem Schaumstoff der vorliegenden Erfindung beträgt 10 Gew.-% oder weniger, bezogen auf das Gesamtgewicht des Schaumstoffs.

[0053] Die folgenden Beispiele dienen der weiteren Veranschaulichung spezieller Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung.

Materialien

[0054] Das Harz Pro-fax PF814 ist ein PP hoher Schmelzfestigkeit mit einer Schmelzfließgeschwindigkeit von 3 g/10 min, von Basell Polyolefins Company N. V., Niederlande.

[0055] PP1 ist ein PP-Homopolymerharz mit einem fraktionierten Schmelzfluss von 0,5. (PP1 kann zum Beispiel Pro-fax PF6823 von Basell Polyolefins Company N. V., Niederlande, sein).

[0056] LDPE 1 ist ein LDPE-Harz mit einer Dichte von 0,923 Gramm pro Kubikzentimeter (g/cm^3) und einem 12 von 1,0 g/10 min (zum Beispiel LDP 300R von The Dow Chemical Company, Midland, Michigan, USA).

[0057] PLASBLAK™ PE3037 ist eine Konzentratzusammensetzung, die 25 Gew.-% Kohleschwarz (bezogen auf das Gewicht des Konzentrats) in LDPE enthält. PLASBLAK ist ein Warenzeichen der Cabot Corporation.

[0058] EPR 1 ist ein Ethylen/Propylen-Copolymer mit einer Schmelzfließgeschwindigkeit von 0,8 g/10 min und wo 10 Gew.-% der Monomereinheiten Ethylen sind. Insbesondere ist EPR 1 ein Copolymer mit 80 Gew.-% PP, bezogen auf das Gewicht von EPR 1, und 20 Gew.-%, bezogen auf das Gewicht von EPR 1, eines Propylen/Ethylen(PE)-Blockcopolymer, das 50 Gew.-% Propyleneinheiten und 50 Gew.-% Ethyleneinheiten enthält, bezogen auf das Gewicht des PE-Copolymer. EPR 1 hat eine Schmelzfließgeschwindigkeit von 0,8 g/10 min (230°C , Last von 2,16 kg) und eine Dichte von $0,9 \text{ g/cm}^3$.

[0059] IRGANOX™ 1010 ist ein phenolisches Antioxidans/Stabilisator. IRGANOX ist ein Warenzeichen der CIBA Specialty Chemicals Corporation.

[0060] IRGAFOS™ 126 ist ein Phosphat als Antioxidans/Stabilisator. IRGAFOS ist ein Warenzeichen der CIBA Specialty Chemicals Corporation.

[0061] GMS ist Glycerinmonostearat, ein Schaumstabilisator.

[0062] Die durchschnittliche Zellgröße für die Proben in jedem Beispiel wird nach ASTM D3756 ermittelt. Der

offenzellige Gehalt wird nach ASTM D2856-94 ermittelt. Die Dichte der Proben wird nach ASTM D3575, Suffix W, Methode A, ermittelt.

Beispiel 1

[0063] Beispiel 1 veranschaulicht polymere Schaumstoffe der vorliegenden Erfindung. Die Polymermischungszusammensetzung in Beispiel 1 erlaubt die Fertigung von polymeren Schaumstoffen der vorliegenden Erfindung durch Extrusion über ein Düsentemperaturfenster von mindestens 17°C. Die Eigenschaften des Schaumstoffs sind in Tabelle 1 angegeben.

[0064] Die Proben 1.1–1.4 werden mit einem Einschneckenextruder von 2 Inch (50,8 mm) hergestellt, der (in dieser Reihenfolge) eine Einzugszone für Harze und festen Zusatzstoff, eine Schmelzzone, eine Dosierzone, eine Mischzone und eine Kühlzone aufweist. Zwischen der Dosier- und Mischzone befindet sich eine Öffnung zum Einspritzen von Treibmittel. Nach der Kühlzone ist eine einstellbare Düsenöffnung mit rechteckigem Spalt mit einer Breite von 50 mm an dem Extruder befestigt.

[0065] In Tabelle 1 sind die Polymerbestandteile und Konzentrationen für jede der Proben 1.1–1.4 sowie die resultierenden Schaumstoffeigenschaften für diese Proben angegeben. Eine pelletierte Polymermischung wird durch Mischen von Pellets der Bestandteile A, B und C gebildet (siehe Tabelle 1). Es wird ausreichend PLAS-BLAK PE3037 zugesetzt, um eine Kohleschwarzkonzentration von 0,4 Gewichtsteilen pro 100 Gewichtsteilen der pelletierten Polymermischung zu erreichen. Es werden 0,66 Gewichtsteile IRGANOX 1010 und 0,1 Gewichtsteile IRGAFOS 126 zu der pelletierten Polymermischung gegeben, jeweils bezogen auf 100 Gewichtsteile der pelletierten Polymermischung. Die Bestandteile IRGANOX und IRGAFOS werden als Konzentrate von 25 Gew.-% in LDPE (0,92 g/cm³ und 12 von 22 g/10 min) zugegeben. Außerdem werden 0,8 Gewichtsteile GMS zugegeben, bezogen auf das Gewicht der pelletierten Polymermischung.

[0066] Die pelletierte Polymermischung und die Zusatzstoffe werden mit einer Geschwindigkeit von 50 kg pro Stunde in den Extruder eingespeist. Die Temperatur der Extruderzonen wird gehalten auf: 160°C für die Einzugszone, 190°C für die Schmelzzone, 220°C für die Dosierzone und 220°C für die Mischzone. Kühlzone und Düse werden auf derselben Temperatur gehalten (siehe Tabelle 1 bezüglich dieser Temperatur für jede Probe). Isobutan wird in der Mischzone in einer gleichmäßigen Menge von 8 Gew.-% bezogen auf das Gesamtgewicht der pelletierten Polymermischung und der Zusatzstoffe in den Extruder injiziert, um eine schäumbare Polymerzusammensetzung in dem Extruder zu bilden.

[0067] Die schäumbare Polymerzusammensetzung wird durch die Düsenöffnung unter Verwendung eines Düsendrucks von 3500 Kilopascal (kPa) in Atmosphärendruck (101 kPa) und 23°C extrudiert, und man lässt die Zusammensetzung dann zu einem polymeren Schaumstoff expandieren. Die Düsenschlitzöffnung beträgt 0,35 mm. Die resultierenden Schaumstoffproben haben eine Dicke von 3–4 cm und eine Breite von 13–14 cm.

Tabelle 1

Probe	Düsenblocktem p. (°C)	Polymermischungsbestandteile (Gew.-% der Polymermischung)			Schaum- dichte (kg/m ³)	Durch- schnittl. Zellgrö- ße (mm)	Offenzel- liger Ge- halt (%)	NRC m. Haut (ASTM E-1050)
		A	B	C				
1.1	161	Pro-fax PF814 (40)	PP 1 (20)	LDPE 1 (40)	27,2	12,2	91,8	(nicht ge- messen)
1.2	155	Pro-fax PF814 (40)	PP 1 (20)	LDPE 1 (40)	26,5	11,8	84,5	(nicht ge- messen)
1.3	152	Pro-fax PF814 (40)	PP 1 (20)	LDPE 1 (40)	27,8	11,2	72,2	(nicht ge- messen)
1.4	144	Pro-fax PF814 (40)	PP 1 (20)	LDPE 1 (40)	30,2	10,6	43,7	0,42
2.1	161	Pro-fax PF814 (50)	PP 1 (10)	LDPE 1 (40)	28,9	4,1	89,5	0,36
2.2	155	Pro-fax PF814 (50)	PP 1 (10)	LDPE 1 (40)	28,3	10,5	41,1	0,41
3.1	144	Pro-fax PF814 (40)	EPR 1 (20)	LDPE 1 (40)	30,6	4,1	74,6	(nicht ge- messen)

Beispiel 2

[0068] Beispiel 2 veranschaulicht zwei Schaumstoffproben (2.1 und 2.2) der vorliegenden Erfindung, die unter Verwendung von 50 Gew.-% Pro-fax PF814 als Bestandteil A, 10 Gew.-% PP 1 als Bestandteil B und 40 Gew.-% LDPE 1 als Bestandteil C hergestellt wurden, wobei Gew.-% bezogen sind auf das Gewicht der Polymermischung. Dieses Beispiel zeigt auch, dass dieses spezielle Polymermischungsverhältnis ein Düsentemperaturfenster von mindestens 6°C hat.

[0069] Die Proben 2.1 und 2.2 werden in gleicher Weise hergestellt wie die Proben 1.1–1.4, nur dass hier die Polymerzusammensetzung und die Düsentemperatur gemäß Tabelle 1 und ein Düsendruck von 1900 kPa verwendet werden. Die Eigenschaften der Proben 2.1 und 2.2 sind ebenfalls in Tabelle 1 angegeben.

Beispiel 3

[0070] Beispiel 3 veranschaulicht eine Schaumstoffprobe (3.1) der vorliegenden Erfindung mit einem Ethylen/Propylen-Copolymer als Bestandteil B anstelle eines PP-Homopolymers.

[0071] Probe 3.1 wird in gleicher Weise hergestellt wie die Proben 1.1–1.4, nur dass hier ein Düsendruck von 2100 kPa und eine Düsentemperatur laut Tabelle 1 verwendet wird. Die Eigenschaften der Probe 3.1 sind ebenfalls in Tabelle 1 angegeben.

Patentansprüche

1. Von Natur aus offenzelliger polymerer Schaumstoff, der im Wesentlichen aus einer Polymermischung besteht, in der Zeilen mit einer durchschnittlichen Zellgröße von mindestens 4 mm ausgebildet sind, wobei der Schaumstoff einen inhärent offenzelligen Gehalt von mindestens 40 Prozent hat (gemäß American Society for Testing and Materials (ASTM) D2856-94), und wobei die Polymermischung im Wesentlichen aus Folgendem besteht:

(a) einem Polypropylen mit einer hohen Festigkeit der Schmelze;

(b) einem zweiten Polypropylen, das ausgewählt ist aus linearen Polypropylenen und Polypropylenen, die bis zu drei langkettige Verzweigungen pro 1000 Kohlenstoffatomen haben, wobei das zweite Polypropylen einen Schmelzpunkt innerhalb von 10°C von (a) hat, eine Fließfähigkeit (ASTM D-1238, Bedingung L), die höchstens halb so groß ist wie bei (a) oder mindestens doppelt so groß ist wie bei (a), und die mit (a) mischbar sind; und, optional,

(c) einem Ethylenpolymer, das mit (a) nicht mischbar ist;

wobei die Polymermischung 60 Gewichtsprozent (Gew.-%) oder weniger von (c) enthält, bezogen auf das Gewicht der Polymermischung; und wobei (a) mindestens 60 Gew.-% und 90 Gew.-% oder weniger des Gesamtgewichts von (a) und (b) ausmacht.

2. Schaumstoff nach Anspruch 1, wobei (a) ein Polypropylenhomopolymer ist.
3. Schaumstoff nach Anspruch 1, wobei (b) ein Polypropylenhomopolymer ist.
4. Schaumstoff nach Anspruch 3, wobei (a) ein Polypropylenhomopolymer ist.
5. Schaumstoff nach Anspruch 1, wobei die Polymermischung die Komponente (c) umfasst.
6. Schaumstoff nach Anspruch 5, wobei (a) ein Polypropylenhomopolymer ist.
7. Schaumstoff nach Anspruch 5, wobei (b) ein Polypropylenhomopolymer ist.
8. Schaumstoff nach Anspruch 7, wobei (a) ein Polypropylenhomopolymer ist.
9. Schaumstoff nach Anspruch 5, wobei (c) Polyethylen niedriger Dichte ist.

10. Verfahren zur Herstellung des polymeren Schaumstoffs nach Anspruch 1, wobei das Verfahren die folgenden Schritte umfasst: Bilden einer schäumbaren Zusammensetzung durch Mischen eines Treibmittels in eine weich gemachte Polymermischung bei einem Mischdruck und dann Beaufschlagen der schäumbaren Zusammensetzung mit einem Druck, der niedriger ist als der Mischdruck und Aufschäumenlassen der schäumbaren Zusammensetzung zu dem polymeren Schaumstoff von Anspruch 1; wobei die Verbesserung darin besteht, dass die weich gemachte Polymermischung im Wesentlichen aus Folgendem besteht:

(a) einem Polypropylen mit einer hohen Festigkeit der Schmelze;

(b) einem zweiten Polypropylen, das ausgewählt ist aus linearen Polypropylenen und Polypropylenen, die bis zu drei langkettige Verzweigungen pro 1000 Kohlenstoffatomen haben, wobei das zweite Polypropylen einen Schmelzpunkt innerhalb von 10°C von (a) hat, eine Fließfähigkeit (ASTM D-1238, Bedingung L), die höchstens halb so groß ist wie bei (a) oder mindestens doppelt so groß ist wie bei (a), und die mit (a) mischbar sind; und, optional,

(c) einem Ethylenpolymer, das mit (a) nicht mischbar ist;

wobei die Polymermischung 60 Gewichtsprozent (Gew.-%) oder weniger von (c) enthält, bezogen auf das Gewicht der Polymermischung; und wobei (a) mindestens 60 Gew.-% und 90 Gew.-% oder weniger des Gesamtgewichts von (a) und (b) ausmacht.

11. Verfahren nach Anspruch 10, wobei das Verfahren die folgenden Schritte umfasst: Bilden der schäumbaren Polymerzusammensetzung aus der weich gemachten Polymermischung und dem Treibmittel in einem Extruder und dann Extrudieren der schäumbaren Polymerzusammensetzung aus dem Extruder, durch eine Düse, in eine Atmosphäre von niedrigerem Druck als in dem Extruder.

12. Verfahren nach Anspruch 10, wobei (a) ein Polypropylenhomopolymer ist.
13. Verfahren nach Anspruch 10, wobei (b) ein Polypropylenhomopolymer ist.
14. Verfahren nach Anspruch 13, wobei (a) ein Polypropylenhomopolymer ist.
15. Verfahren nach Anspruch 10, wobei die Polymermischung (c) umfasst.
16. Verfahren nach Anspruch 15, wobei (a) ein Polypropylenhomopolymer ist.
17. Verfahren nach Anspruch 15, wobei (b) ein Polypropylenhomopolymer ist.

18. Verfahren nach Anspruch 17, wobei (a) ein Polypropylenhomopolymer ist.

19. Verfahren nach Anspruch 15, wobei (c) ein Polyethylen niedriger Dichte ist.

20. Verfahren zur Verwendung des polymeren Schaumstoffs nach Anspruch 1, bei dem der Schaumstoff nach Anspruch 1 so zwischen zwei Flächen gelegt wird, dass Schall bei einer Fläche wenigstens teilweise den Schaumstoff durchdringt, um zu der zweiten Fläche zu gelangen.

Es folgt kein Blatt Zeichnungen