



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 699 25 014 T2 2006.03.09**

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 124 887 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **699 25 014.5**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US99/24565**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **99 953 245.0**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 00/23511**

(86) PCT-Anmeldetag: **21.10.1999**

(87) Veröffentlichungstag  
der PCT-Anmeldung: **27.04.2000**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **22.08.2001**

(97) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung beim EPA: **27.04.2005**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **09.03.2006**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **C08J 9/00 (2006.01)**  
**C08J 9/12 (2006.01)**

(30) Unionspriorität:  
**105058 P 21.10.1998 US**

(73) Patentinhaber:  
**Owens Corning, Toledo, Ohio, US**

(74) Vertreter:  
**Rummler, F., Dipl.-Ing.Univ., Pat.-Anw., 81669  
München**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT,  
LI, LU, MC, NL, PT, SE**

(72) Erfinder:  
**MILLER, M., Larry, Suffield, US; CISAR, E.,  
Thomas, Cuyahoga Falls, US; BREINDEL, M.,  
Raymond, Hartville, US; WEEKLEY, Z., Mitchell,  
Akron, US**

(54) Bezeichnung: **VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG VON EXTRUDIERTEM SCHAUMSTOFF**

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**

## GEBIET DER ERFINDUNG

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft im Allgemeinen Verfahren zur Herstellung von extrudierten Schaumstoffprodukten und insbesondere Verfahren zur Erzeugung solcher Produkte, welche Polystyrolmischungen mit hohen Gehalten von Kohlendioxid als ein Treibmittel aufweisen.

## HINTERGRUND DER ERFINDUNG

**[0002]** Extrudierte Kunstharzschaumstoffe sind nützliche Materialien für viele Anwendungen, welche Wärmeisolierung, dekorative Zwecke, Verpackung und dergleichen umfassen. Die Wärmeisolierung ist eine besonders wichtige Anwendung für Styrolpolymerschaumstoffe. Bei dieser Anwendung ist es wünschenswert, den Isolierwert des Schaumstoffes so lange als möglich aufrechtzuerhalten. Es ist auch wünschenswert, dass der Schaumstoff eine Formstabilität aufweist. Die wünschenswerten Charakteristiken können zum Teil durch Bereitstellen von Schaumstoffen mit einheitlicher Zellgröße erreicht werden.

**[0003]** Für einen beträchtlichen Zeitraum wurden Styrolpolymerschaumstoffe unter Verwendung von Halogenkohlenstoffen, wie beispielsweise Methylchlorid, Ethylchlorid, Chlorkohlenstoffen, Fluorkohlenstoffen (einschließlich HFCs) und Chlorfluorkohlenstoffen (CFCs), einschließlich Dichlordifluormethan, Fluorkohlenwasserstoffen oder Chlorfluorkohlenwasserstoffen (welche, wie der Name sagt, wenigstens ein Wasserstoffatom enthalten und als „weiche CFCs“, „HCFCs“ und „HFCs“ bezeichnet wurden), als Treibmittel extrudiert. Beispiele für Halogenkohlenstoffe umfassen im Allgemeinen CFCs, wie beispielsweise CFC-11, das Chlordifluormethan ist, CFC-12, das Dichlordifluormethan ist, und CFC-113, das 1,2,2-Trifluor-1,1,2-tri-chlorethan ist, weiche CFCs, HCFCs und HFCs, wie beispielsweise Chlordifluormethan (F-22), 1,1-Dichlor-2,2,2-trifluorethan (F-123), 1-Chlor-1,1-difluorethan (F-142b), 1,1,1,2-Tetrafluorethan (F-134a) und 1,1-Di-chlor-1-fluorethan (F-141b).

**[0004]** In letzter Zeit wurde die Verwendung von Halogenkohlenstoffen für Anwendungen, welche Aerosole, Kühlmittel, Schaumtreibmittel und Speziallösemittel umfassen, innerhalb der Elektronik-, sowie Luft- und Raumfahrtindustrie durch behördliche Vorschriften beendet oder ist höchst unerwünscht. Dies ist so, weil angenommen wird, dass Halogenkohlenstoffe die Ozonschicht in der Stratosphäre zerstören. Es wurden daher Versuche unternommen, Halogenkohlenstoffe durch Kohlenwasserstoffe, wie beispielsweise Butan, oder Inertgase, wie beispielsweise Kohlendioxid, zu ersetzen. Es gibt jedoch etliche

Probleme in Verbindung mit der Verwendung von Nichthalogenkohlenstofftreibmitteln, welche geringe Löslichkeit der Treibmittel in Styrolpolymeren, Erzeugung von Schaumstoff geringer Qualität und so weiter umfassen.

**[0005]** Der allgemeine Prozess, der bei der Herstellung von extrudierten Kunstharzschaumstoffkörpern verwendet wird, umfasst im Allgemeinen die folgenden Schritte: Ein Harz, wie beispielsweise ein Polystyrolharz, wird heißerweicht, und ein oder mehr flüssige Treibmittel werden unter Bedingungen, welche ein gründliches Einmischen des Treibmittels in das erweichte Harz ermöglichen und das Schäumen der Mischung verhindern, in das erweichte Harz aufgenommen und gemischt. Die Mischung aus Harz, Treibmittel und optionalen Zusatzstoffen wird abgekühlt, und der Druck auf die Mischung wird vermindert, was zum Schäumen der Mischung und Bildung des gewünschten Schaumstoffkörpers führt. Mit anderen Worten, Schaumstoffkörper werden durch Extrudieren der abgekühlten erweichten Mischung aus Harz, Treibmittel und optionalen Zusatzstoffen in eine Region niedrigeren Drucks erhalten.

## KURZDARSTELLUNG DER ERFINDUNG

**[0006]** Die vorliegende Erfindung betrifft Polymerschaumstoffe, welche die so genannten „extrudierten Schaumstoffe“ sind. Die extrudierten Schaumstoffe weisen eine ziemlich einheitliche, verhältnismäßig kleine durchschnittliche Zellgröße auf und sind daher besonders zur Wärmeisolierung verwendbar. Die extrudierten Schaumstoffe weisen auch eine verhältnismäßig niedrige Dichte auf und sind daher ganz besonders für die Wärmeisolierung verwendbar, siehe US-A-5422378. Ein anderer Aspekt der extrudierten Schaumstoffe ist, dass sie ein hohes Maß an Formstabilität besitzen. Schließlich können extrudierte Schaumstoffe ohne Treibmittel, wie beispielsweise CFCs, HCFCs, HFCs und weiche CFCs, hergestellt werden. Diese wünschenswerten Aspekte können bei gleichzeitigem Maximieren der in den schäumbaren Mischungen löslichen Treibmittelmenge erreicht werden.

**[0007]** In einer Ausführungsform betrifft die vorliegende Erfindung ein Verfahren zur Herstellung eines Schaumstoffprodukts, das die folgenden Schritte umfasst: (A) Bilden einer schäumbaren Mischung aus (1) einer größeren Menge eines Styrolpolymers mit einem niedrigen Schmelzindex, (2) einer kleineren Menge eines Styrolpolymers mit hohem Schmelzindex und (3) einem Treibmittel, das eine größere Menge von Kohlendioxid umfasst, unter einem Druck, der genügt, um das Vorschäumen der Mischung (das unerwünschte vorzeitige Schäumen der Schaumstoffmischungen, bevor sie eine Region verminderten Drucks erreichen) zu verhindern, und (B) Schäumen der Mischung in eine Region verminderten Drucks,

um das Schaumstoffprodukt zu bilden.

**[0008]** In einer anderen Ausführungsform betrifft die vorliegende Erfindung ein Verfahren zur Herstellung eines Schaumstoffprodukts, das die folgenden Schritte umfasst: (A) Bilden einer schäumbaren Mischung aus (1) einer größeren Menge eines Polystyrols mit einer massegemittelten Molekülmasse von 225.000 bis 400.000, (2) einer kleineren Menge eines Polystyrols mit einer massegemittelten Molekülmasse von 50.000 bis 100.000 und (3) aus einem Treibmittel von etwa 1 bis etwa 16 Gew.-% der Polystyrole, das eine größere Menge von Kohlendioxid umfasst, unter einem Druck, der genügt, um das Vorschäumen der Mischung zu verhindern, und (B) Schäumen der Mischung in eine Region verminderten Drucks, um ein Schaumstoffprodukt zu bilden.

**[0009]** In noch einer anderen Ausführungsform betrifft die vorliegende Erfindung ein Schaumstoffprodukt, das eine größere Menge eines Styrolpolymers mit einem niedrigen Schmelzindex und eine kleinere Menge eines Styrolpolymers mit hohem Schmelzindex aufweist, wobei die Schaumstoffzellen frei von Halogentreibmitteln sind.

#### BESCHREIBUNG VON BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORMEN

**[0010]** Die schäumbaren Mischungen, welche gemäß dem erfinderischen Verfahren zu Schaumstoffprodukten, wie beispielsweise Schaumstofftafeln, Schaumstofffolien und anderen Schaumstoffstrukturen, extrudiert und geschäumt werden, enthalten zwei verschiedene Styrolpolymere und ein Treibmittel. Die schäumbaren Mischungen können auch andere optionale Zusatzstoffe enthalten. Ein Styrolpolymer weist einen hohen Schmelzindex auf und ist ein Polymer von Styrol oder ein Copolymer von Styrol und wenigstens ein copolymerisierbares Monomer. Das andere Styrolpolymer weist einen niedrigen Schmelzindex auf und ist ein Polymer von Styrol oder ein Copolymer von Styrol und wenigstens ein copolymerisierbares Monomer. Keines, beide oder eines der beiden Styrolpolymere können mit anderen Monomeren weiter copolymerisiert werden.

**[0011]** Sowohl das Styrolpolymer mit hohem als auch das mit niedrigem Schmelzindex enthalten Styrolmonomere. Ein Styrolmonomer ist eine aromatische Verbindung, welche durch die allgemeine Formel



gekennzeichnet ist, wobei Ar eine aromatische Kohlenwasserstoffgruppe der Benzolreihe darstellt.

**[0012]** Sowohl das Styrolpolymer mit hohem als auch das mit niedrigem Schmelzindex können Copo-

lymere sein, welche Styrolmonomere und copolymerisierbare Monomere enthalten. Ein copolymerisierbares Monomer ist jedes Monomer, das mit Styrolpolymeren polymerisiert werden kann, um ein Styrolcopolymer zu bilden. Allgemein gesprochen ist das copolymerisierbare Monomer ein Monomer, das eine ethylenisch ungesättigte Gruppe enthält. In einer Ausführungsform beträgt die Menge von copolymerisierbarem Monomer in den Styrolcopolymeren von etwa 0,1% bis etwa 10% und vorzugsweise von etwa 1% bis etwa 5%.

**[0013]** In einer bevorzugten Ausführungsform ist das copolymerisierbare Monomer, das eine ethylenisch ungesättigte Gruppe enthält, eine aromatische Verbindung der Formel II und kann durch die folgende Formel dargestellt werden:

(II)

wobei R<sup>1</sup>, R<sup>3</sup>, R<sup>4</sup>, R<sup>5</sup> und R<sup>6</sup> jeweils unabhängig Wasserstoff-, Chlor-, Brom- oder Alkylgruppen sind, welche 1 bis 8 Kohlenstoffatome enthalten, und R<sup>2</sup> Wasserstoff oder Methyl ist, mit der Maßgabe, dass eine Gesamtzahl von Kohlenstoffatomen im Monomer 20 nicht überschreitet. In einer bevorzugten Ausführungsform handelt es sich bei wenigstens einer von R<sup>4</sup>, R<sup>5</sup> und R<sup>6</sup> unabhängig um Chlor-, Brom- oder Alkylgruppen, welche 1 bis 8 Kohlenstoffatome enthalten. In einer anderen bevorzugten Ausführungsform ist wenigstens eine von R<sup>4</sup>, R<sup>5</sup> und R<sup>6</sup> eine Alkylgruppe, welche 1 bis 4 Kohlenstoffatome enthält, wie beispielsweise eine Methylgruppe, Ethylgruppe, Propylgruppe, Isopropylgruppe oder Butylgruppe. In einer mehr bevorzugten Ausführungsform ist eine von R<sup>4</sup>, R<sup>5</sup> und R<sup>6</sup> eine Alkylgruppe, welche von 1 bis etwa 4 Kohlenstoffatomen enthält, und zwei von R<sup>4</sup>, R<sup>5</sup> und R<sup>6</sup> sind Wasserstoff.

**[0014]** Beispiele für copolymerisierbare Monomere gemäß Formel (II) umfassen 3-Methylstyrol, 4-Methylstyrol, 2,4-Dimethylstyrol, 2,5-Dimethylstyrol, 4-Chlorstyrol, 3-Chlorstyrol, 4-Chlormethylstyrol, 3-Chlormethylstyrol, 4-Bromstyrol, 3-Bromstyrol, Alpha-Methylstyrol, Alpha-2-Dimethylstyrol usw.

**[0015]** In einer anderen Ausführungsform handelt es sich bei dem copolymerisierbaren Monomer, das eine ethylenisch ungesättigte Gruppe enthält, um ein oder mehr Monomere von Acrylnitril, Phenylenthen, Vinylchlorid, Vinylidenchlorid, Olefinen, wie beispielsweise Ethylen, Propylen und Copolymere davon, Butadien, Maleinsäureanhydrid, Citraconsäureanhydrid, Itaconsäureanhydrid, Vinylacetat, Vinyltoluen und Acrylaten, wie beispielsweise Methacrylat, Methylmethacrylat, Ethylacrylat usw.

**[0016]** Die schäumbaren Mischungen, welche gemäß dem Verfahren der vorliegenden Erfindung extrudiert und geschäumt werden, enthalten eine größere Menge eines Styrolpolymers mit einem niedrigen Schmelzindex und eine kleinere Menge eines

Styrolpolymers mit einem hohem Schmelzindex. Eine größere Menge bedeutet, dass die schäumbaren Mischungen wenigstens 50 Gew.-% eines Styrolpolymers mit einem hohen Schmelzindex enthalten. Eine kleinere Menge bedeutet, dass die schäumbaren Mischungen weniger als 50 Gew.-% eines Styrolpolymers mit einem niedrigen Schmelzindex enthalten.

**[0017]** In einer Ausführungsform enthalten schäumbare Mischungen von 50 bis etwa 90 Gew.-% eines Styrolpolymers mit einem niedrigen Schmelzindex und von etwa 5 bis etwa 40% eines Styrolpolymers mit einem hohen Schmelzindex. In einer anderen Ausführungsform enthalten schäumbare Mischungen von etwa 55 bis etwa 85 Gew.-% eines Styrolpolymers mit einem niedrigen Schmelzindex und von etwa 7,5 bis etwa 35% eines Styrolpolymers mit einem hohen Schmelzindex. In noch einer anderen Ausführungsform enthalten schäumbare Mischungen von etwa 65 bis etwa 80 Gew.-% eines Styrolpolymers mit einem niedrigen Schmelzindex und von etwa 10 bis etwa 25% eines Styrolpolymers mit einem hohen Schmelzindex. In einer Ausführungsform beträgt das Gewichtsverhältnis eines Styrolpolymers mit einem niedrigen Schmelzindex zu einem Styrolpolymer mit einem hohen Schmelzindex etwa 95:5 bis etwa 55:45 (auf das Gewicht bezogen). In einer anderen Ausführungsform beträgt das Gewichtsverhältnis eines Styrolpolymers mit einem niedrigen Schmelzindex zu einem Styrolpolymer mit einem hohen Schmelzindex etwa 80:20 bis etwa 60:40.

**[0018]** Die Durchflussmenge des geschmolzenen Polymers durch eine Öffnung ist der Schmelzfließindex (MF für engl. melt flow Index) oder einfach Schmelzindex. Das Bestimmen des MFI ist eine billige, leicht durchführbare Technik. Einzelheiten können in etlichen Veröffentlichungen, wie beispielsweise Principles of Polymer Chemistry by P. J. Flory, Cornell University Press, Ithaca, New York, 1953, gefunden werden. In einer Ausführungsform weisen Styrolpolymere mit einem hohen Schmelzindex einen Schmelzindex von etwa 10 bis etwa 35 auf. In einer anderen Ausführungsform weisen Styrolpolymere mit einem hohen Schmelzindex einen Schmelzindex von etwa 15 bis etwa 30 auf. In einer bevorzugten Ausführungsform weisen Styrolpolymere mit einem hohen Schmelzindex einen Schmelzindex von etwa 17,5 bis etwa 25 auf. In einer Ausführungsform weisen Styrolpolymere mit einem niedrigen Schmelzindex einen Schmelzindex von etwa 0,5 bis etwa 5 auf. In einer anderen Ausführungsform weisen Styrolpolymere mit einem niedrigen Schmelzindex einen Schmelzindex von etwa 0,75 bis etwa 4 auf. In einer bevorzugten Ausführungsform weisen Styrolpolymere mit einem niedrigen Schmelzindex einen Schmelzindex von etwa 1 bis etwa 3 auf. Der MFI kann zum Beispiel gemäß ISO 1133:1997 (E) (3. Ausgabe) bestimmt werden. In einer Ausführungsform sind die

Polymere, insbesondere das Polymer mit hohem Schmelzindex, ölfrei. In einer anderen Ausführungsform sind die Styrolpolymere frei von Metallstearaten.

**[0019]** Die beiden Styrolpolymere weisen im Allgemeinen verschiedene Molekülmassen auf. Die Molekülmassen solcher Polymere können durch mehrere Verfahren bestimmt werden, welche den Fachleuten allgemein bekannt sind, wie beispielsweise Grenzkositätszahl, Lichtstreuung und Ultrazentrifugalsedimentation. In einer Ausführungsform weisen Styrolpolymere mit einem niedrigen Schmelzindex masse-gemittelte Molekülmassen von etwa 175.000 bis etwa 500.000 auf. In einer anderen Ausführungsform weisen Styrolpolymere mit einem niedrigen Schmelzindex masse-gemittelte Molekülmassen von etwa 200.000 bis etwa 450.000 auf. In noch einer anderen Ausführungsform weisen Styrolpolymere mit einem niedrigen Schmelzindex masse-gemittelte Molekülmassen von etwa 225.000 bis etwa 400.000 auf. In einer bevorzugten Ausführungsform weisen Styrolpolymere mit einem niedrigen Schmelzindex masse-gemittelte Molekülmassen von etwa 250.000 bis etwa 350.000 auf.

**[0020]** In einer Ausführungsform weisen Styrolpolymere mit einem hohen Schmelzindex masse-gemittelte Molekülmassen von etwa 30.000 bis etwa 150.000 auf. In einer Ausführungsform weisen Styrolpolymere mit einem hohen Schmelzindex masse-gemittelte Molekülmassen von etwa 40.000 bis etwa 125.000 auf. In noch einer anderen Ausführungsform weisen Styrolpolymere mit einem hohen Schmelzindex masse-gemittelte Molekülmassen von etwa 50.000 bis etwa 100.000 auf. In einer bevorzugten Ausführungsform weisen Styrolpolymere mit einem hohen Schmelzindex masse-gemittelte Molekülmassen von etwa 60.000 bis etwa 90.000 auf.

**[0021]** In einer Ausführungsform enthält das Styrolpolymer mit einem hohen Schmelzindex von etwa 75% bis etwa 100% von Styrolmonomeren. In einer anderen Ausführungsform enthält das Styrolpolymer mit einem hohen Schmelzindex von etwa 80% bis etwa 99% von Styrolmonomeren. In noch einer Ausführungsform enthält das Styrolpolymer mit einem hohen Schmelzindex von etwa 85% bis etwa 95% von Styrolmonomeren.

**[0022]** In einer Ausführungsform enthält das Styrolpolymer mit einem niedrigen Schmelzindex von etwa 75% bis etwa 100% von Styrolmonomeren. In einer anderen Ausführungsform enthält das Styrolpolymer mit einem niedrigen Schmelzindex von etwa 80% bis etwa 99% von Styrolmonomeren. In noch einer Ausführungsform enthält das Styrolpolymer mit einem niedrigen Schmelzindex von etwa 85% bis etwa 95% von Styrolmonomeren.

**[0023]** Verwendbare Styrolharze (hierin auch als

Polystyrole bezeichnet)) und copolymerisierbare Monomerharze sind im Handel von einer Vielfalt von Quellen erhältlich, und die Harze sind mit verschiedenen Eigenschaften, wie beispielsweise Schmelzfließindex, Molekülmasse und so weiter, erhältlich. Zum Beispiel sind Polystyrole von der ARCO Company unter der allgemeinen Bezeichnung „DYLENE“, zum Beispiel DYLENE D-8; von der Polysar Ltd., Samia, Ontario; und von der Chevron Chemical Co., zum Beispiel EB-3100, erhältlich.

**[0024]** In einer Ausführungsform können der Schmelzindex der Styrolpolymere und die Eigenschaften der extrudierten, expandierten Schaumstoffprodukte, die durch das Verfahren der vorliegenden Erfindung erhalten werden, durch die Auswahl der Molekülmasse der Harze gesteuert und modifiziert werden. Zum Beispiel wird die Herstellung von Polystyrolschaumstoffkörpern hoher Dichte durch Senken des Schmelzindex eines Styrolpolymers durch Verwenden von Harzen mit höherer Molekülmasse ermöglicht, wohingegen die Herstellung von Schaumstoffkörpern niedriger Dichte durch Erhöhen des Schmelzindex eines Styrolpolymers durch Verwenden von Harzen mit niedrigerer Molekülmasse oder niedrigerer Viskosität ermöglicht wird.

**[0025]** In einer Ausführungsform können der Schmelzindex der Styrolpolymere und die Eigenschaften der extrudierten, expandierten Schaumstoffprodukte, die durch das Verfahren der vorliegenden Erfindung erhalten werden, durch die relative Menge verwendeter zusätzlicher optionaler Monomere gesteuert und modifiziert werden. In diesem Zusammenhang können die Styrolpolymere ferner ein oder mehr Monomere enthalten. In einer anderen Ausführungsform enthalten die Styrolpolymere ferner ein oder mehr Monomere, so lange das Polymer einen wünschenswerten Schmelzfließindex (wie einen der zuvor beschriebenen) aufweist.

**[0026]** Das Treibmittel, das in den schäumbaren Mischungen verwendet wird, enthält eine größere Menge von Kohlendioxid. In einer Ausführungsform beträgt die Menge des Treibmittels, das der schäumbaren Mischung beigegeben wird, von etwa 1 bis etwa 16 Gew.-%, bezogen auf das Gewicht des Styrolpolymers. In einer anderen Ausführungsform beträgt die Menge des Treibmittels, das der schäumbaren Mischung beigegeben wird, von etwa 2 bis etwa 15 Gew.-%, bezogen auf das Gewicht des Styrolpolymers. In noch einer anderen Ausführungsform beträgt die Menge des Treibmittels, das der schäumbaren Mischung beigegeben wird, von etwa 3 bis etwa 10 Gew.-%, bezogen auf das Gewicht des Styrolpolymers. In einer weiteren anderen Ausführungsform beträgt die Menge des Treibmittels, das der schäumbaren Mischung beigegeben wird, von etwa 4 bis etwa 8 Gew.-%, bezogen auf das Gewicht des Styrolpolymers. Änderungen in der Menge von Treibmittel,

das in die schäumbare Mischung eingemischt wird, können zum Teil in Abhängigkeit von den Komponenten der Treibmittelmischungen verwendet werden, um extrudierte Schaumstoffkörper mit verschiedenen wünschenswerten Charakteristiken herzustellen.

**[0027]** Eine größere Menge von Kohlendioxid bedeutet, dass das Treibmittel mehr als 50 Gew.-% Kohlendioxid enthält. In einer Ausführungsform enthält das Treibmittel etwa 60% Kohlendioxid und insbesondere von etwa 65% bis etwa 100% Kohlendioxid. In einer anderen Ausführungsform enthält das Treibmittel von etwa 70% bis etwa 90% Kohlendioxid. In noch einer anderen Ausführungsform kann das Treibmittel etwa 100% Kohlendioxid sein.

**[0028]** Das Treibmittel kann eine Mischung aus Kohlendioxid und wenigstens einem niederen Alkohol sein. Ein niederer Alkohol ist ein Alkylalkohol, der 1 bis etwa 4 Kohlenstoffatome enthält. Niedere Alkohole umfassen Methanol, Ethanol, Propanol, Isopropanol und Butanol. Die zuvor erwähnten Kohlendioxid- und Treibmittelmischungen können auch mit zusätzlichen optionalen und ergänzenden Treibmitteln, vor allem Luft, Stickstoff und Wasser, verwendet werden, wie im Folgenden beschrieben.

**[0029]** Besonders nützliche Mischungen von Treibmitteln umfassen Mischungen, welche aufweisen: 51 bis 90% Kohlendioxid und 10 bis 49% Ethanol; 60 bis 80% Kohlendioxid und 20 bis 40% Ethanol; 51 bis 90% Kohlendioxid und 10 bis 49% Methanol; 60 bis 80% Kohlendioxid und 20 bis 40% Methanol; 51 bis 90% Kohlendioxid und 10 bis 49% Wasser; und 60 bis 80% Kohlendioxid und 20 bis 40% Wasser. Die optionale Verwendung eines niederen Alkohols in Kombination mit Kohlendioxid stellt extrudierte expandierte Schaumstoffprodukte oder -körper mit größeren Zellgrößen (um etwa 1% bis etwa 25% größere Größen) im Vergleich zu Körpern mit ähnlicher Dichte, die mit Kohlendioxid ohne einen niederen Alkohol erzeugt werden, bereit. Außerdem können die Treibmittelmischungen, welche Kohlendioxid umfassen, zu extrudierten expandierten Schaumstoffkörpern mit besseren Druckfestigkeiten bei vergleichbaren Dichten beitragen. Extrudierte expandierte Polystyrolkörper akzeptabler Charakteristiken werden unter Verwendung der zuvor erwähnten Treibmittel und Treibmittelmischungen erhalten, und es besteht keine Notwendigkeit, Treibmittel mit Halogenkohlenstoff verwenden zu müssen.

**[0030]** In einer bevorzugten Ausführungsform ist das Treibmittel frei von Halogentreibmitteln. Halogentreibmittel umfassen Chlorfluorkohlenstoffe, Fluorkohlenstoffe, weiche Chlorfluorkohlenstoffe, Fluorkohlenwasserstoffe und Chlorfluorkohlenwasserstoffe (normalerweise von Methan und Ethan). Spezifische Beispiele für Halogentreibmitteln umfassen unter anderem Methylchlorid, Ethylchlorid, Chlortrifluor-

methan, Dichlordifluormethan, 1,2,2-Trifluor-1,1,2-trichlorethan, Chlordifluormethan, 1,1-Dichlor-2,2,2-Trifluorethan, 1-Chlor-1,1-Difluorethan, 1,1,1,2-Tetrafluorethan und 1,1-Dichlor-1-fluorethan. Da Halogentreibmittel umweltschädlich sein können, ist ihre Verwendung nicht wünschenswert.

**[0031]** Das Treibmittel, das Treibmittelmischungen enthält, die im Verfahren verwendet werden, kann den schäumbaren Mischungen auf jede herkömmliche Art und Weise beigegeben werden. Das Treibmittel kann vor, während oder nach der Polymerisation in die schäumbare Mischung (zusammen mit den beiden Styrolpolymeren) eingemischt werden. In einer Ausführungsform kann das Treibmittel in einer Heißeerweich- und Mischvorrichtung, wie beispielsweise einem Extruder, direkt in die schäumbare Mischung eingespritzt werden. Wenn mehr als ein Treibmittel zu verwendet ist, kann jedes der Treibmittel getrennt in die Heißeerweich- und Mischvorrichtung eingespritzt werden.

**[0032]** Neben dem Copolymer und dem Treibmittel können die schäumbaren Mischungen andere Zusatzstoffe enthalten, und im Allgemeinen enthalten sie andere Zusatzstoffe, welche eingebunden werden, um bestimmte Charakteristiken und/oder Eigenschaften der schäumbaren Mischungen oder der resultierenden Schaumstoffkörper zu modifizieren. Zum Beispiel können Zellbildner eingebunden werden, um die Primärzellgröße weiter zu verringern. Geeignete Zellbildner umfassen Talk, Calciumsilicat, Calciumcarbonat, Ton, Siliciumdioxid, Titanoxid, Bariumsulfat, Diatomeenerde, Indigo usw. In einer Ausführungsform wird etwa 0,01 bis etwa 1 Teil Zellbildner je 100 Teile des Styrolpolymers in die schäumbare Mischung eingemischt. In einer bevorzugten Ausführungsform werden etwa 0,05 bis etwa 0,5 Teile Zellbildner je 100 Teile des Styrolpolymers in die schäumbare Mischung eingemischt.

**[0033]** Auch Weichmacher können der schäumbaren Mischung beigegeben werden, um die Verarbeitung der schäumbaren Mischung in einem Extruder zu erleichtern. In einer Ausführungsform ist der Weichmacher ein Harz niedriger Molekülmasse (massegemittelte Molekülmasse unter etwa 20.000). In einer anderen Ausführungsform ist der Weichmacher ein Harz niedriger Molekülmasse mit einer massegemittelten Molekülmasse von unter etwa 15.000. In einer bevorzugten Ausführungsform ist der Weichmacher ein Harz niedriger Molekülmasse mit einer massegemittelten Molekülmasse von unter etwa 10.000. Beispiele für Weichmacher umfassen flüssiges Paraffin oder weißes Öl, gehärtetes Kokosnussöl, Ester von C<sub>4</sub>-C<sub>20</sub>-Monoalkoholen, Diolen, Glycerin mit höheren Fettsäuren, Styrolharz, Vinyltoluenharz, Alpha-Methylstyrolharz, niedere Alkohole (welche 1 bis etwa 4 Kohlenstoffatome enthalten) usw. In einer Ausführungsform werden etwa 0,1 bis etwa 20 Teile

Weichmacher je 100 Teile des Styrolpolymers in die schäumbare Mischung eingemischt. In einer bevorzugten Ausführungsform werden etwa 1 bis etwa 15 Teile Weichmacher je 100 Teile des Styrolpolymers in die schäumbare Mischung eingemischt.

**[0034]** Auch elastomere Kautschuke können der schäumbaren Mischung beigegeben werden, um die Verarbeitung der schäumbaren Mischung in einem Extruder zu erleichtern und die Relaxation der resultierenden Schaumstoffkörper zu verbessern. In einer bevorzugten Ausführungsform ist der elastomere Kautschuk ein in einem Styrolpolymer löslicher. In einer Ausführungsform sind die Elastomere Copolymere von Styrol und ein Dien, wie beispielsweise Butadien oder Isopren. Die Copolymere sind normalerweise Blockcopolymere, wie beispielsweise Diblock-, Triblock- oder Radialblockcopolymere. Beispiele für elastomere Kautschuke umfassen Styrolkautschuk, Kraton<sup>®</sup> (Styrol-Ethylen/Butylen-Styrol-Blockcopolymerelastomere), Styrol-Butadien-Copolymerkautschuke, Acrylnitril-Butadien-Styrol-Copolymerkautschuke usw. Ein verwendbares Elastomer ist das Elastomer Finaclear<sup>®</sup>, das eine Mischung eines SBS-Copolymers in Polystyrol ist. Dieses Elastomer ist im Handel von Fina Chemicals erhältlich. In einer Ausführungsform werden etwa 0,1 bis etwa 10 Teile elastomerer Kautschuk je 100 Teile des Styrolpolymers in die schäumbare Mischung eingemischt. In einer bevorzugten Ausführungsform werden etwa 0,5 bis etwa 5 Teile elastomerer Kautschuk je 100 Teile des Styrolpolymers in die schäumbare Mischung eingemischt.

**[0035]** Auch flammhemmende Chemikalien können der schäumbaren Mischung beigegeben werden, um den resultierenden Schaumstoffkörpern flammhemmende Charakteristiken zu verleihen. Flammhemmende Chemikalien umfassen bromierte aliphatische Verbindungen, wie beispielsweise Hexabromcyclo-dodecan und Pentabromcyclohexan, bromierte Phenylether, Ester von Tetrabromphthalsäure und Kombinationen davon. In einer Ausführungsform werden etwa 0,1 bis etwa 5 Teile flammhemmende Chemikalien je 100 Teile des Styrolpolymers in die schäumbare Mischung eingemischt. In einer anderen Ausführungsform werden etwa 0,5 bis etwa 3 Teile flammhemmende Chemikalien je 100 Teile des Styrolpolymers in die schäumbare Mischung eingemischt.

**[0036]** Andere verwendbare Zusatzstoffe umfassen Stabilisatoren, Pigmente, Extrusionshilfsmittel, Antioxidationsmittel, Füllstoffe, Antistatizmittel, UV-Absorptionsmittel usw. In einer Ausführungsform umfasst die schäumbare Mischung ein Wachs, wie beispielsweise ein Polyethylenwachs. Das Wachs ist in einer Menge von etwa 0,01 bis etwa 1 oder von etwa 0,03 bis etwa 0,5 oder von etwa 0,04 bis etwa 0,15 Teilen Wachs für je 100 Teile Polystyrol vorhanden. Ein Beispiel für ein verwendbares Wachs ist Polywax

3000, das von Baker Petrolite erhältlich ist. Diese anderen Zusatzstoffe können in jeder Menge eingebunden werden, um die gewünschten Charakteristiken in den schäumbaren Mischungen oder den resultierenden Schaumstoffkörpern zu erhalten. Die optionalen Zusatzstoffe können vor, während und nach der Polymerisation in die schäumbare Mischung (zusammen mit den beiden Styrolpolymeren und dem Treibmittel) eingemischt werden.

**[0037]** Allgemein gesprochen werden die Komponenten der schäumbaren Mischung kombiniert und gemischt, gefolgt und/oder begleitet durch Erwärmung auf eine erste Temperatur unter einem ersten Druck, um eine erweichte schäumbare Mischung zu bilden. Aus dem Extruder wird die erweichte schäumbare Mischung auf eine zweite Temperatur (im Allgemeinen als Temperatur der Werkzeugschmelze bezeichnet) abgekühlt und in eine Region verminderten Drucks extrudiert, um ein Schaumstoffprodukt zu bilden. Die zweite Temperatur ist niedriger als die erste Temperatur. Es kann jedoch jedes Verfahren zur Herstellung von Schaumstoffen aus den schäumbaren Mischungen gemäß der Erfindung eingesetzt werden.

**[0038]** Die erste Temperatur muss genügen, um die Mischung zu erweichen oder zu schmelzen. In einer Ausführungsform beträgt die erste Temperatur von etwa 135°C (275°F) bis etwa 240°C (464°F) (unter etwa 240°C). In einer anderen Ausführungsform beträgt die erste Temperatur von etwa 145°C (293°F) bis etwa 210°C (410°F) (unter etwa 210°C (410°F)). In einer bevorzugten Ausführungsform beträgt die erste Temperatur von etwa 150°C (302°F) bis etwa 165°C (329°F) (unter etwa 165°C (329°F)). In einer Ausführungsform beträgt die zweite Temperatur oder Temperatur der Werkzeugschmelze von etwa 140°C (284°F) bis etwa 105°C (221°F) (unter etwa 140°C (284°F)). In einer anderen Ausführungsform beträgt die zweite Temperatur oder Temperatur der Werkzeugschmelze von etwa 130°C (266°F) bis etwa 110°C (230°F) (unter etwa 130°C (266°F)). In einer bevorzugten Ausführungsform beträgt die zweite Temperatur oder Temperatur der Werkzeugschmelze von etwa 125°C (257°F) bis etwa 115°C (239°F) (unter etwa 125°C (257°F)).

**[0039]** Der erste Druck muss genügen, um zu verhindern, dass die schäumbare Mischung, welche das Treibmittel enthält, vorschäumt. Das Vorschäumen bringt das unerwünschte vorzeitige Schäumen der schäumbaren Mischung mit sich, bevor sie die Region verminderten Drucks erreicht (Schäumen der schäumbaren Mischung, bevor das Schäumen gewünscht wird). Demgemäß variiert der erste Druck in Abhängigkeit von der Identität und der Menge des Treibmittels in der schäumbaren Mischung. In einer Ausführungsform beträgt der erste Druck von etwa 700 Pfund je Quadratzoll absolut (psia für engl.

pounds per square inch absolute) bis etwa 4.500 psia. In einer anderen Ausführungsform beträgt der erste Druck von etwa 840 psia bis etwa 4.000 psia. In einer bevorzugten Ausführungsform beträgt der erste Druck von etwa 1.150 psia bis etwa 3.500 psia. Der zweite Druck muss genügen, um die Umwandlung der schäumbaren Mischung in einen Schaumstoffkörper zu induzieren. In einer Ausführungsform beträgt der zweite Druck von etwa 0 psia bis etwa 28 psia. In einer anderen Ausführungsform beträgt der zweite Druck von etwa 1,4 psia bis etwa 21 psia. In einer bevorzugten Ausführungsform beträgt der zweite Druck von etwa 2,8 psia bis etwa 15 psia.

**[0040]** Die Schaumstoffkörper (Schaumstoffprodukte, welche Schaumstofftafeln, Schaumstofffolien, Schaumstoffisolierung und anderen Schaumstoffstrukturen umfassen), welche gemäß der Erfindung hergestellt werden, sind so gekennzeichnet, dass sie im Allgemeinen die folgenden Charakteristiken aufweisen.

**[0041]** Die resultierenden Schaumstoffkörper weisen im Allgemeinen eine verhältnismäßig niedrige Dichte, normalerweise unter 48,06 kg/m<sup>3</sup> (3 lbs/ft<sup>3</sup>), auf. Die Dichte kann zum Beispiel gemäß ASTM D1622-88 bestimmt werden. In einer Ausführungsform weisen die Schaumstoffkörper eine Dichte von etwa 1,60 bis etwa 48,06 kg/m<sup>3</sup> (0,1 bis etwa 3 lbs/ft<sup>3</sup>) auf. In einer anderen Ausführungsform weisen die Schaumstoffkörper eine Dichte von etwa 8,00 bis etwa 44,05 kg/m<sup>3</sup> (0,5 bis etwa 2,75 lbs/ft<sup>3</sup>) auf. In einer bevorzugten Ausführungsform weisen die Schaumstoffkörper eine Dichte von etwa 16,02 bis etwa 41,65 kg/m<sup>3</sup> (1 bis etwa 2,6 lbs/ft<sup>3</sup>) auf. In einer mehr bevorzugten Ausführungsform weisen die Schaumstoffkörper eine Dichte von etwa 20,82 bis etwa 40,04 kg/m<sup>3</sup> (1,3 bis etwa 2,5 lbs/ft<sup>3</sup>) auf.

**[0042]** Die resultierenden Schaumstoffkörper weisen eine im Allgemeinen verhältnismäßig kleine durchschnittliche Zellgröße, normalerweise unter etwa 0,4 mm, auf. Die durchschnittliche Zellgröße kann zum Beispiel gemäß ASTM D3576-77 bestimmt werden. In einer Ausführungsform weisen die Schaumstoffkörper eine durchschnittliche Zellgröße von etwa 0,01 bis etwa 0,4 mm auf. In einer anderen Ausführungsform weisen die Schaumstoffkörper eine durchschnittliche Zellgröße von etwa 0,05 bis etwa 0,35 mm auf. In einer bevorzugten Ausführungsform weisen die Schaumstoffkörper eine durchschnittliche Zellgröße von etwa 0,1 bis etwa 0,325 mm auf. In einer mehr bevorzugten Ausführungsform weisen die Schaumstoffkörper eine durchschnittliche Zellgröße von etwa 0,15 bis etwa 0,25 mm auf.

**[0043]** Die resultierenden Schaumstoffkörper weisen im Allgemeinen eine verhältnismäßig einheitliche durchschnittliche Zellgröße auf, normalerweise weisen mehr als 50% der Zellen eine Größe innerhalb

etwa 0,06 mm der durchschnittlichen Zellgröße auf. In einer Ausführungsform weisen mehr als etwa 60% der Zellen eine Größe innerhalb etwa 0,06 mm der durchschnittlichen Zellgröße auf. In einer anderen Ausführungsform weisen mehr als etwa 50% der Zellen eine Größe innerhalb etwa 0,05 mm der durchschnittlichen Zellgröße auf. In noch einer anderen Ausführungsform weisen mehr als etwa 50% der Zellen eine Größe innerhalb etwa 0,045 mm der durchschnittlichen Zellgröße auf.

**[0044]** In einer anderen Ausführungsform weist die Zelle des Schaumstoffs eine spezifische Orientierung auf. Die Orientierung der Zelle wird durch Vergleichen des Verhältnisses der Durchmesser der Zellen in der X- oder Extrusionsrichtung mit jenen in der Z- oder Dickenrichtung bestimmt. Das Verhältnis der Durchmesser in der X- zur Z-Richtung (X:Z) beträgt von etwa 0,7 mm bis etwa 1,2 mm oder von etwa 0,75 mm bis etwa 1,1 mm oder von etwa 0,8 mm bis etwa 1 mm.

**[0045]** Die resultierenden Schaumstoffkörper enthalten im Allgemeinen eine größere Menge von geschlossenen Zellen und eine kleinere Menge von offenen Zellen. Die relative Menge von geschlossenen Zellen kann zum Beispiel gemäß ASTM D2856-A bestimmt werden. In einer Ausführungsform sind mehr als etwa 70% der Zellen der resultierenden Schaumstoffkörper geschlossene Zellen. In einer anderen Ausführungsform sind mehr als etwa 80% der Zellen der resultierenden Schaumstoffkörper geschlossene Zellen. In einer bevorzugten Ausführungsform sind mehr als etwa 90% der Zellen der resultierenden Schaumstoffkörper geschlossene Zellen. In einer Ausführungsform sind mehr als etwa 95% der Zellen der resultierenden Schaumstoffkörper geschlossene Zellen.

**[0046]** In einer Ausführungsform weisen die resultierenden Schaumstoffkörper, die gemäß der vorliegenden Erfindung hergestellt werden, eine Formstabilität in jeder Richtung von etwa 5% oder weniger auf. In einer anderen Ausführungsform weisen die resultierenden Schaumstoffkörper, die gemäß der vorliegenden Erfindung hergestellt werden, eine Formstabilität in jeder Richtung von etwa 4% oder weniger auf. In einer bevorzugten Ausführungsform weisen die resultierenden Schaumstoffkörper, die gemäß der vorliegenden Erfindung hergestellt werden, eine Formstabilität in jeder Richtung von etwa 3% oder weniger auf. In einer mehr bevorzugten Ausführungsform weisen die resultierenden Schaumstoffkörper, die gemäß der vorliegenden Erfindung hergestellt werden, eine Formstabilität in jeder Richtung von etwa 2% oder weniger auf.

**[0047]** Das folgende Beispiel veranschaulicht das Verfahren der vorliegenden Erfindung und die Schaumstoffkörper, die dadurch erhalten werden.

Der allgemeine Prozess und die Vorrichtung, die in den folgenden Beispielen verwendet werden, sind wie folgt, sofern nicht anders angegeben. Eine erweichte Harzmischung aus Styrolpolymer, Zellbildner und Flammhemmungsmittel wird hergestellt, und ein Treibmittel wird in die erweichte Harzmischung eingemischt, um eine schäumbare Mischung zu bilden. In einer bevorzugten Ausführungsform werden ein Zellbildner und ein flammhemmendes Material in die schäumbare Mischung eingemischt.

**[0048]** Die Schaumstofftafeln, welche gemäß dem Verfahren der vorliegenden Erfindung wieder gewonnen werden, werden durch Techniken, die auf dem Fachgebiet bekannt sind, bezüglich Dichte, durchschnittlicher Zellgröße, Druckfestigkeit usw. bewertet. Die durchschnittliche Zellgröße ist ein Durchschnitt der Zellgrößen wie in der X-, der Y- und der Z-Richtung bestimmt. Die „X“-Richtung ist die Extrusionsrichtung; die „Y“-Richtung ist die Maschinenquerrichtung und die „Z“-Richtung ist die Dicke. Die Druckfestigkeit der Schaumstoffkörper der vorliegenden Erfindung wird unter Verwendung des ASTM-Tests C165-83 mit dem Titel „Measuring Compressive Properties of Thermal Insulation“ (Messen von Druckeigenschaften von Wärmeisolierung) bestimmt.

#### Beispiel

**[0049]** Eine Mischung aus 80 Gew.-% eines Styrolharzes (Schmelzindex = 2), 20 Gew.-% eines Styrolharzes (Schmelzindex = 18 und ölfrei), 0,08% Elastomer Finaclear®, 0,5% Talk, 0,08% Polyethylenwachs und 0,8% Farbstoff werden einem Doppelschneckenextruder mit einem Schraubendurchmesser von 132 mm eingegeben. Die Feststoffe werden geschmolzen und dann mit 4,5 Gew.-% Kohlendioxid und 1,5 Gew.-% Ethanol gemischt. Die Mischung wird dann auf 116°C (240,8°F) abgekühlt, damit das Schäumen erfolgt, und durch eine Werkzeugöffnung von 27 cm Breite und 1,2 mm Höhe geschäumt. Der resultierende Schaumstoff weist eine Dichte von 44,85 kg/m<sup>3</sup> (2,8 lbs/ft<sup>3</sup>), eine durchschnittliche Zellgröße von 0,175 mm, ein Orientierungsverhältnis von X zu Z von 0,8:1 und eine Dicke von 3,937 cm (1,55 Zoll) auf.

**[0050]** Wie aus der zuvor dargelegten Beschreibung und den zuvor erwähnten Beispielen zu erkennen ist, führt das Verfahren der vorliegenden Erfindung zur Herstellung von Polystyrolschaumstoffkörpern, wie beispielsweise Tafeln und Puppen, welche ein Treibmittel verwenden, das Kohlendioxid und optional niedere Alkohole, Luft, Wasser oder Mischungen davon umfasst, zu Schaumstoffkörpern mit akzeptablen und in einigen Fällen verbesserten Charakteristiken, wenn die schäumbare Mischung in eine Unterdruckregion extrudiert wird.

**[0051]** Ein Vorteil in Verbindung mit den schäumbaren Mischungen der vorliegenden Erfindung ist, dass die Komponenten (und die Menge jeder Komponente) zu der Fähigkeit führen, die Menge von Kohlendioxid in der schäumbaren Mischung zu maximieren. Obwohl nicht gewünscht wird, durch irgendeine Theorie gebunden zu werden, wird angenommen, dass die Menge von Kohlendioxid in der schäumbaren Mischung maximiert wird, da die Löslichkeit von Kohlendioxid im Styrolpolymer mit einem hohen Schmelzindex verhältnismäßig hoch ist.

### Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Schaumstoffprodukts, umfassend die folgenden Schritte:

- (a) Bilden einer schäumbaren Mischung aus (1) einer größeren Menge eines Styrolpolymers mit einem niedrigen Schmelzindex, (2) einer kleineren Menge eines Styrolpolymers mit hohem Schmelzindex, und (3) einem Treibmittel, das eine größere Menge von Kohlendioxid umfasst, unter einem Druck, der genügt, um das Vorschäumen der Mischung zu verhindern, und  
(b) Extrudieren der Mischung in eine Region verminderten Drucks von 0 bis 193 kPa (0 bis 28 psia), um dadurch ein Schaumstoffprodukt zu bilden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei jedes der Styrolpolymere (1) und (2) Polystyrol oder ein Copolymer von Styrol und ein copolymerisierbares Monomer ist.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei das Styrolpolymer (2) mit hohem Schmelzindex einen Schmelzindex von 10 bis 35 aufweist.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei das Styrolpolymer (2) mit hohem Schmelzindex eine massegemittelte Molekülmasse von 30.000 bis 150.000 aufweist.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei das Styrolpolymer (1) mit niedrigem Schmelzindex einen Schmelzindex von 0,5 bis 5 aufweist.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei das Styrolpolymer (1) mit niedrigem Schmelzindex eine massegemittelte Molekülmasse von 175.000 bis 500.000 aufweist.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei die schäumbare Mischung 55 bis 95 Gewichtsteile des Styrolpolymers mit niedrigem Schmelzindex und 5 bis 45 Gewichtsteile des Styrolpolymers mit hohem Schmelzindex enthält.

8. Verfahren zur Herstellung eines Schaumstoffprodukts, umfassend die folgenden Schritte:

- (a) Bilden einer schäumbaren Mischung aus (1) einer

größeren Menge eines Polystyrols mit einer massegemittelten Molekülmasse von 225.000 bis 400.000, (2) einer kleineren Menge eines Polystyrols mit einer massegemittelten Molekülmasse von 50.000 bis 100.000 und (3), bezogen auf die Polystyrole, 1 bis 16 Gew.-% eines Treibmittels, das eine größere Menge von Kohlendioxid umfasst, unter einem Druck, der genügt, um das Vorschäumen der Mischung zu verhindern, und

(b) Extrudieren der Mischung in eine Region verminderten Drucks von 0 bis 193 kPa (0 bis 28 psia), um dadurch ein Schaumstoffprodukt zu bilden.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei die schäumbare Mischung ferner ein Weichmacherharz mit einer massegemittelten Molekülmasse von weniger als etwa 20.000 aufweist.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei das Treibmittel ferner einen niederen Alkohol umfasst.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei die schäumbare Mischung ferner einen elastomeren Kautschuk umfasst.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, wobei schäumbare Mischung ferner ein Wachs umfasst.

Es folgt kein Blatt Zeichnungen