



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 698 21 676 T2** 2005.01.13

(12)

## Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 0 884 349 B1**

(51) Int Cl.<sup>7</sup>: **C08J 9/00**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **698 21 676.8**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **98 110 708.9**

(96) Europäischer Anmeldetag: **10.06.1998**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **16.12.1998**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **18.02.2004**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **13.01.2005**

(30) Unionspriorität:

**TO970508      10.06.1997      IT**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, LI, NL, PT**

(73) Patentinhaber:

**Valsir S.p.A., Vestone, IT**

(72) Erfinder:

**Abevilli, Fulvio, 43039 Salsomaggiore Terme, IT**

(74) Vertreter:

**Müller-Boré & Partner, Patentanwälte, European  
Patent Attorneys, 81671 München**

(54) Bezeichnung: **Hochgefüllter Polymerschäum**

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**

**[0001]** Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf einen gefertigten Gegenstand aus einem synthetischen Kunststoffmaterial niedriger Dichte mit guten mechanischen Eigenschaften und ausgezeichneter Flammbeständigkeit und Wärme- und Schalldämmeigenschaften.

**[0002]** Zahlreiche Anwendungen, insbesondere Rohrinstallationen, erfordern Elemente, wie Leitungen, Abschnitte, Platten usw., die, obwohl sie billig herzustellen und leicht sind, ebenso gute mechanische Eigenschaften (insbesondere gute mechanische Festigkeit und Dehnbarkeit) und ausgezeichnete Wärme- und Schalldämmungs- und Flammbeständigkeitseigenschaften (sind insbesondere selbstlöschend mit wenig oder keiner Dampfemission) aufweisen.

**[0003]** Bis jetzt vereinigt kein Material all diese Eigenschaften: hitzehärtbare Materialien sind normalerweise schwierig und teuer herzustellen, können giftige Dämpfe ausströmen und sind oftmals sehr zerbrechlich; andererseits sind thermoplastische Materialien (die billiger und leichter herzustellen sind) normalerweise von schlechter mechanischer Festigkeit, die schließlich durch „Alterung“ weiter beeinträchtigt wird, und sind ebenso hinsichtlich der Flammbeständigkeit nicht zufriedenstellend.

**[0004]** Die europäische Patentanmeldung Nr. 761750, eingereicht von dem betreffenden Anmelder, bezieht sich beispielsweise auf Gegenstände aus expandiertem, dreidimensional vernetztem Kunststoffmaterial, umfassend ein thermoplastisches Harz, ein inertes Füllmittel und konventionelle Additive, einschließlich chemische oder physikalische Treibmittel und Vernetzungsmittel. Obwohl die Materialien der obigen Anmeldung leicht zu formen oder zu extrudieren sind und von guter mechanischer Festigkeit und ausgezeichneten Isolierungseigenschaften sind, sind die gefertigten Gegenstände sehr schlecht, was bestimmte mechanische Eigenschaften, insbesondere Dehnbarkeit (d. h. die Fähigkeit des Materials, sich ohne Brechen zu strecken und zu verformen), betrifft, und sind ebenso hinsichtlich der Flammbeständigkeit nicht zufriedenstellend.

**[0005]** Das europäische Patent EP 254375 bezieht sich auf gefertigte Gegenstände zum Fördern von Flüssigkeiten (typischerweise Abflußrohre), und die durch Extrudieren oder Einspritzen eines thermoplastischen Materials eines Gewichts pro Flächeneinheit von über 8 kg/m<sup>2</sup> mit einer Dichte von 1,8 bis 2,7 g/cm<sup>3</sup> gebildet werden, und ein inertes Füllmittel aus Bariumsulfat enthalten. Derartige Gegenstände weisen gute Schalldämmeigenschaften auf, aber sind hinsichtlich der mechanischen Festigkeit und Flammbeständigkeit nicht zufriedenstellend.

**[0006]** Es ist ein Gegenstand der vorliegenden Erfindung, einen gefertigten Gegenstand aus synthetischem thermoplastischem Material bereitzustellen, der deshalb billig und leicht zu formen oder zu Leitungen, Platten, Abschnitten zu extrudieren ist, und der gleichzeitig gute mechanische Eigenschaften aufweist, geringe Dichte aufweist und gute Wärme- und Schalldämmungs- und Flammbeständigkeitseigenschaften aufweist.

**[0007]** Gemäß der vorliegenden Erfindung wird ein gefertigter Gegenstand aus synthetischem Kunststoffmaterial bereitgestellt, umfassend ein thermoplastisches Polymerharz, welches wiederum mindestens ein thermoplastisches Polymer oder Copolymer umfaßt, ausgewählt aus der Gruppe, bestehend aus Polyolefinen, Polychlorvinylethen, Polystyrolen und Gemischen davon, und ein inertes, in dem Harz einheitlich dispergiertes Füllmittel, wobei das Material ein expandiertes, offen- oder geschlossenzelliges dreidimensional vernetztes Material ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Dichte des Materials im Bereich von zwischen 1,450 und 1,750 g/cm<sup>3</sup> liegt, und vorzugsweise etwa 1,600 g/cm<sup>3</sup> beträgt.

**[0008]** Die resultierenden gefertigten Gegenstände sind daher leicht, billig herzustellen und weisen gute mechanische Eigenschaften – insbesondere ausgezeichnete Dehnbarkeit – und ausgezeichnete Flammbeständigkeits- und Wärme- und Schalldämmeigenschaften auf, wobei alle Eigenschaften mit der Zeit unverändert bleiben.

**[0009]** Gleichzeitiges Vernetzen und Expandieren des Harzes sorgt (wie in der europäischen Patentanmeldung Nr. 761750 gezeigt, eingereicht von dem betreffenden Anmelder, und deren Inhalt wird hierin einbezogen, wie es lediglich als Referenz benötigt wird) für das Erreichen eines guten Kompromisses zwischen mechanischer Festigkeit, leichtem Gewicht und Dämpfungsfähigkeit. Die Techniker des Anmelders haben jedoch überraschend entdeckt, daß expandierte vernetzte thermoplastische Materialien von einer Dichte innerhalb eines angegebenen Bereiches (1,450 bis 1,750 g/cm<sup>3</sup>) niemals vor der Verwendung für ähnliche Anwendungen sowohl hinsichtlich der Flammbeständigkeit als auch der mechanischen Festigkeit besser als die ähnlichen Materialien von einer Dichte über oder unter diesem Bereich arbeiten.

**[0010]** Das heißt, es ist überraschend entdeckt worden, daß leichte, preiswerte Gegenstände, die ausgezeichnete mechanische Eigenschaften, Haltbarkeit und ausgezeichnete Schalldämmungs- und Flammbeständigkeitseigenschaften vereinigen, unter Verwendung von vernetzten thermoplastischen Materialien, die auf eine endgültige Dichte von 1,450 bis 1,750 g/cm<sup>3</sup> expandiert wurden, spritzgießbar oder extrudierbar sind. Ein besonderer Dichtewert innerhalb dieses Bereiches – grob 1,600 g/cm<sup>3</sup> – zeigt eine beträchtliche und total unerwartete Erhöhung der Dehnbarkeit, die sich mit den mechanischen, Wärme- und Schalldämmungs- und Flammbeständigkeitseigenschaften vereinigt, wodurch die Gesamtleistung des Gegenstandes gemäß der speziellen Erfordernisse verbessert wird. Die Dichte wirkt sich daher nicht nur auf die Schallisierungsleistung aus, wie bereits bekannt, sondern auch und zu einem total unerwarteten Grad auf die mechanischen Eigenschaften und insbesondere die Dehnbarkeit des Gegenstandes. Die gewünschte Dichte wird durch chemisches oder physikalisches Expandieren der Mischung (durch Zugeben eines Treibmittels) erreicht, um so nicht nur eine kontrollierte Verringerung der Dichte des Gegenstandes zu erreichen, sondern auch eine beträchtliche Verringerung der Menge an verwendetem Material und daher der Kosten, und verbesserte Wärme- und Schallisierungsleistung des Gegenstandes.

**[0011]** Die erfindungsgemäßen Zusammensetzungen umfassen im allgemeinen ein thermoplastisches Kunstharz (beispielsweise auf einer Polyethylen-, Polypropylen- oder Polychlorvinylbasis), ein inertes Füllmittel (natürlich, wie Calciumcarbonat, Bariumsulfat, Magnesium- oder Aluminiumhydroxid; oder synthetisch, wie ABS oder pulverisierter vernetzter Kautschuk) und andere Additive (beispielsweise Weichmacher und Flammverzögerungsmittel).

**[0012]** Gemäß der Erfindung kann jedes thermoplastische Harz verwendet werden, beispielsweise ein Polychlorvinyl-, Polystyrol-, Polyolefinpolymer oder -copolymer (wie Polyethylen, Polypropylen, Ethylvinylacetat und deren Copolymere); ABS oder Gemische davon. Die Verwendung eines thermoplastischen Materials stellt billige und leichte Herstellung von Gegenständen durch beispielsweise Spritzgießen oder Extrudieren bereit. Die vorliegende Erfindung stellt daher das Herstellen von Gegenständen jeder Form, die gute mechanische Eigenschaften, leichtes Gewicht und gute Schalldämmungs- und Flammbeständigkeitseigenschaften erfordern, bereit, und ist zur Herstellung von Leitungen (Innen- und Außenabflußrohre für Regenwasser und Abwasser, Rohre zur Installation, Belüftung, Flüssigkeiten im allgemeinen und flüssige und feste Nahrungsmittel); schalldichten, flammbeständigen Abschnitten (Trennwände, Abschnitte für Dämmungs- oder Zwischenschichten, abgehängte Decken und Leuchtenhalterungen); dämmenden, flammbeständigen festen oder flexiblen Dichtungen; dämmenden, schalldichten, flammbeständigen Abdeckungen (dicke Ein- oder Mehrschichtbedachung und -wetterschutz) besonders geeignet.

**[0013]** Neben dem Bestimmen des Dichtebereiches, der die besten Eigenschaften angibt, erfordert das Bestimmen der besten Komponenten ebenso eine umfassende Untersuchung durch die Techniker des Anmelders, um die chemischen, physikalischen und mechanischen Eigenschaften von verschiedenen Komponenten einzuschätzen.

**[0014]** Infolgedessen hatten die Forscher schließlich Erfolg bei der Bestimmung der inerten Füllmittel, die den erfindungsgemäßen Gegenständen die besten mechanischen, Flammbeständigkeits- und Dämmungseigenschaften verleihen, und die Calciumcarbonat, Bariumsulfat, Magnesiumhydroxid, Aluminiumhydroxid, ABS und pulverisierten vernetzten Kautschuk umfassen.

**[0015]** Es wurde überraschend herausgefunden, daß von diesen ein besonderer Typ von Bariumsulfat – hierin nachstehend als „Typ 1“ bezeichnet und mit den chemischen-physikalischen Eigenschaften in Tabelle 3 (gezeigt in den Beispielsausführungsformen) –, den Gegenständen eine noch bessere Kombination von Eigenschaften hinsichtlich sowohl der physikalischen-mechanischen Eigenschaften als auch der Flammbeständigkeit verleihen kann, und wird daher als eine bevorzugte Komponente der Mischungen gemäß der Erfindung angegeben.

**[0016]** Eine der Haupteigenschaften der erfindungsgemäßen Gegenstände ist tatsächlich ihr hoher Grad an Flammbeständigkeit. Wie bekannt, wenn sie Flammen ausgesetzt werden, weichen traditionelle thermoplastische Materialien normalerweise gewöhnlich auf und/oder schmelzen und beginnen zu tropfen, während sich hitzehärtbare Materialien aufgrund ihrer dreidimensional vernetzten Struktur gewöhnlich weiter vernetzen und eine Oberflächenquellung bilden, die Entzündung verhindert. In dieser Hinsicht verhält sich aufgrund seiner besonderen Zusammensetzung und Struktur das erfindungsgemäße Material in derselben Weise wie ein hitzehärtbares Material, und schmilzt, wenn es Flammen ausgesetzt wird, zu einem begrenzten Ausmaß, wodurch eine Oberflächenquellung gebildet wird, die das darunterliegende Material von der Wärmequelle wegzieht, wodurch verhindert wird, daß sich das Material tatsächlich entzündet.

**[0017]** Auf der Grundlage von Flammbeständigkeitstests von nationalen und internationalen Standards kann das erfindungsgemäße Material als „flammbeständig“, was die Entzündung betrifft, und als „nicht brennbar“ (Klasse 0 italienischer Standards), was die Flammenausbreitung betrifft, klassifiziert werden.

**[0018]** Außerdem emittiert im Gegensatz zu herkömmlichen thermoplastischen Materialien das erfindungsgemäße Material eine minimale Menge an Dämpfen aufgrund seiner neuen Zusammensetzung und insbesondere seiner Tendenz, wie angemerkt, Oberflächenquellungen zu bilden; und die Verbrennungswärme – die als Anzeichen der durch das Material erzeugten Menge an Wärme genommen werden kann – ist im wesentlichen der der herkömmlichen Materialien ähnlich.

**[0019]** Zusätzlich zur Auswahl und Bestimmung der Menge an Grundpolymer und inertem Füllmittel sorgen geeignete Additive ebenso für das Erreichen weiterer Eigenschaften, wie Stabilität des expandierten Materials im plastischen Zustand, und einen hohen Grad an Elastizität des Kunststoffmaterials. Ein hoher Grad an Stabilität des expandierten Materials verhindert den „Zusammenbruch“ des Gegenstandes aufgrund der Bildung großer Hohlräume, und führt zur Bildung eines expandierten Materials mit einer feinen einheitlichen Zellstruktur; während ein hoher Grad an Elastizität des Kunststoffmaterials die Expansion verbessert und so die Dichte verringert.

**[0020]** Eine Anzahl von nicht-einschränkenden Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung wird nun lediglich durch die Beispiele beschrieben.

#### Beispiel 1: Herstellen der Mischung

**[0021]** Verschiedene Mischungen wurden hergestellt, umfassend ein thermoplastisches Harz, ein natürliches inertes Füllmittel und im wesentlichen bekannte Additive (Vernetzungs-, Treib- und Stabilisierungsmittel), von denen die Zusammensetzungen in den Tabellen 1 und 2 gezeigt werden.

Tabelle 1

Rohmaterialien	RPA/PP	RPA/PE
Polypropylen-basierendes synthetisches Harz <sup>(1)</sup>	40,000	-
Polyethylen-basierendes synthetisches Harz <sup>(2)</sup>	-	40,000
inertes Füllmittel <sup>(3)</sup>	50,000	50,000
Hostalub H4 (Hoechst)	0,500	0,500
Irganox B225 (Ciba Geigy)	0,150	0,150
Irganox PS802 (Ciba Geigy)	0,350	0,350
Reoflam PB-370 (F.M.C.)	9,000	9,000
Gesamt	100,000	100,000

<sup>(1)</sup> Moplen EPT 30R (Montell)

<sup>(2)</sup> Escorene 6301 (Exxon)

<sup>(3)</sup> Calciumcarbonat, Bariumsulfat, Magnesium- oder Aluminiumhydroxid

Tabelle 2

Rohmaterialien	RPA/PVC-R	RPA/PVC-S
Polychlorvinyl-basierendes synthetisches Harz <sup>(4)</sup>	100,000	-
Polychlorvinyl-basierendes synthetisches Harz <sup>(5)</sup>	-	100,000
inertes Füllmittel <sup>(6)</sup>	58,000	67,000
Weichmacher-Flammverzögerungsmittel <sup>(7)</sup>	-	40,000
Calciumstearat (Reagens)	2,000	2,500
Zinkstearat (Barlocher)	1,000	1,500
Baerolub P-AC (Barlocher)	0,500	0,250
Baerolub L-PL (Barlocher)	0,500	0,250
<b>Gesamt</b>	<b>162,000</b>	<b>211,500</b>

<sup>(4)</sup> Evipol SH 6521 (E.V.C.)

<sup>(5)</sup> Evipol SH 7020 (E.V.C.)

<sup>(6)</sup> Calciumcarbonat, Bariumsulfat, Magnesium- oder Aluminiumhydroxid

<sup>(7)</sup> Reofos 95 (F.M.C.)

**[0022]** Obwohl Gebrauch von einem kommerziellen Polypropylenharz (das entsprechende Material wird als RPA/PP in der Tabelle angegeben), einem kommerziellen Polyethylenharz (RPA/PE) und zwei kommerziellen Polychlorvinylharzen (RPA/PVC-R und RPA/PVC-S) gemacht wurde, können andere thermoplastische Harze, die sich von denen unterscheiden, die lediglich durch die Beispiele angegeben werden, offensichtlich ebenso verwendet werden.

**[0023]** Wie erwähnt, können verschiedene Typen von inerten Füllmitteln verwendet werden: natürliche (beispielsweise Calciumcarbonat, Bariumsulfat, Magnesiumhydroxid, Aluminiumhydroxid) oder synthetische (beispielsweise ABS mit einer Dichte von 1,03 bis 1,07 g/cm<sup>3</sup> oder pulverisierter vernetzter Kautschuk). Drei Polypropylenbasierende Mischungen wurden hergestellt, wobei alle die in Tabelle 1 gezeigte Zusammensetzung (RPA/PP) aufweisen, aber jede einen unterschiedlichen Typ an Bariumsulfat enthält, der „Typ 1“, „Typ 2“ und „Typ 3“ genannt wird, und die in Tabelle 3 gezeigten chemischen/physikalischen Eigenschaften aufweist.

**[0024]** Nachstehend werden die entsprechenden Materialien als RPA/PP-1, RPA/PP-2 und RPA/PP-3 in Abhängigkeit des enthaltenen Typs von Bariumsulfat (Typ 1, 2 bzw. 3) angegeben.

Tabelle 3

Eigenschaften	Verfahren	Einheit	Typ 1	Typ 2	Typ 3
BaSO <sub>4</sub> -Konzentration	-	%	min. 99	min. 99	min. 99
Gewichtsverlust bei 105 °C	DIN 53198	%	unter 0,1	unter 0,1	unter 0,1
Ölabsorption	Gardner Coleman	%	17-18	18-19	18-19
325 Mesh Rest	DIN 53195	%	unter 0,01	unter 0,01	unter 0,01
Weißgrad bezogen auf Mg	-	%	97-98	97-98	97-98
scheinbares spezifisches Volumen	DIN 53194	cm <sup>3</sup> /100g	80-90	70-80	110-120
wasserlösliche Salze	DIN 53197	%	0,1-0,2	0,08-0,12	0,1-0,2
wasserlösliche Chloride	-	ppm	unter 50	unter 50	unter 50
wasserlösliche Sulfate	-	ppm	unter 500	unter 500	unter 500
Gesamt FC	-	ppm	max. 5	max. 5	max. 5
Schwermetalle	-	-	keine	keine	keine
pH (wässrige Susp. 30 g in 200 cm <sup>3</sup> )	-	-	9-9,5	6,5-7,5	9-9,5
Hegmann-Grindometergröße	-	µm	0-15	0-10	0-10
Brechungsindex	-	-	1,64	1,64	1,64
reales spezifisches Gewicht	DIN 53193	g/cm <sup>3</sup>	4,4	4,4	4,4
Dispersion	-	-	gut	gut	gut
Glanz	-	-	70-75	-	95-100

**[0025]** Die Mischungen, die Polypropylen- oder Polyethylen-basierende Harze enthalten, wurden in einem Extruder mit variabler Geometrie hergestellt, in der das Material thermisch und mechanisch verarbeitet wurde, um es zu schmelzen und es zu Körnchen umzuwandeln. Scherverformung, Reibung und äußeres Erwärmen bringen das Gemisch auf eine hohe Temperatur, um eine vollständig homogene Mischung zu erreichen.

**[0026]** Bei Polychlorvinylmischungen wurden die Komponenten erst in einem Turbomischer gemischt: beim Erreichen einer gegebenen Temperatur wurde die Mischung in einen Kühler entladen und dann in einem Extruder mit variabler Geometrie eingespeist, in der das Material thermisch und mechanisch verarbeitet wurde, um es zu schmelzen und es zu Körnchen umzuwandeln.

**[0027]** In diesem Fall bringen ebenso die Scherverformung, die Reibung und das äußere Erwärmen das Gemisch auf eine hohe Temperatur, um eine vollständig homogene Mischung zu erreichen.

#### Beispiel 2: Umwandlungsverfahren

**[0028]** Die erhaltenen Materialien, wie in Beispiel 1 beschrieben, wurden dann zu gefertigten Gegenständen (Leitungen, Abschnitte, Dichtungen) durch ein weiteres Heißschmelzverfahren umgewandelt. Gemäß der Erfindung umfaßt dieser Schritt ebenso die Zugabe eines Treibmittels, was die kontrollierte Verringerung der endgültigen Dichte des Materials ermöglicht, und eines Vernetzungsmittels.

**[0029]** In dem beschriebenen Beispiel wurde die Expansion unter Verwendung variierender Mengen an chemischen Treibmitteln, wie „Genitron AC4™“, hergestellt von Schering Polymer Additives (Great Britain), ausgeführt, um Gegenstände von unterschiedlichen Dichten zwischen 1,450 und 1,750 g/cm<sup>3</sup> zu erhalten. Das

Harz wurde unter Verwendung von 1,500 Teilen Organosiloxanverbindungen, wie Silano oder UCARSIL<sup>TM</sup>, hergestellt von Union Carbide (USA), pro 100 Teile der Mischung vernetzt. Das Vernetzen kann offensichtlich ebenso unter Verwendung anderer chemischer Mittel oder selbst durch Elektronenstrahlbestrahlung durchgeführt werden.

**[0030]** Die Umwandlung der Kunststoffmaterialien zu gefertigten Gegenständen wurde in einer derartigen Weise durchgeführt, daß das mechanische Gleichgewicht der Mischung aufrechterhalten wird, daß die Dauer, die das Material innerhalb der Schmelzschrauben bleibt, eingeschränkt wird, daß Überhitzung des Materials verhindert wird und so die beste Kombination von mechanischen und technischen Eigenschaften erhalten wird. Was die Formbedingungen betrifft, wurde der Extruderkörper insbesondere bei einer Temperatur von 180 bis 210°C, die geschmolzene Masse bei 220 bis 230°C und die Form bei 50 bis 60°C gehalten, d. h. bei einer beträchtlich niedrigeren Temperatur als die geschmolzene Masse, um einen Gegendruck – grob 15 bar – zu erzeugen, während gleichzeitig die Bildung von Oberflächenfehlern verhindert wird. Es ist sogar herausgefunden worden, daß eine niedrige Formtemperatur zur Bildung einer „Haut“ von relativ hoher Dichte und in einigen Fällen zu Oberflächenfehlern führt, wobei beides verhindert wird, wenn die Form bei der obigen Temperatur aufrechterhalten wird.

**[0031]** Für extrudierte Gegenstände wurden der Extruderkörper bei einer Temperatur von 120 bis 155°C, der Extrusionskopf bei 190 bis 200°C und die geschmolzene Masse bei 180 bis 190°C gehalten.

**[0032]** Die obigen Mischungen wurden zu verschiedenen Typen an Gegenständen geformt: insbesondere die Leitungsrohre und Installation zum Geräushtesten, wie in Beispiel 3 beschrieben.

#### Beispiel 3: Tests

**[0033]** Um die Schalldämmungsfähigkeit von Gegenständen unterschiedlicher Dichten, die gemäß der vorliegenden Erfindung hergestellt wurden, zu bestimmen, wurden vergleichbare Geräushtests unter Verwendung der Testvorrichtung, die in der beiliegenden Zeichnung gezeigt wird, durchgeführt.

**[0034]** Nummer 1 in der beiliegenden Zeichnung gibt eine Geräushtestvorrichtung an, umfassend eine Rohrleitung 2, untergebracht in einer 5 m × 3 m, 3,7 m hohen rechteckigen Testkammer 3 (die Höhe der Kammer 3 wird in der Zeichnung mit H angegeben). Die Rohrleitung 2 umfaßt ein horizontales zylinderförmiges Leitungsrohr 4 der Länge L; und zwei vertikale zylinderförmige Leitungsrohre 5 und 6, ausziehbar von dem jeweiligen Achsenende und angeschlossen an das horizontale Leitungsrohr 4 durch die jeweiligen Rohrkrümmer 7 und 8. Das Leitungsrohr 5 erstreckt sich vertikal nach oben durch die Decke 9 der Kammer 3 und wird außerhalb der Kammer an ein Abflußrohr 10 einer bekannten Toilette (nicht gezeigt) angeschlossen, während sich das Leitungsrohr 6 vertikal nach unten durch ein Loch im Boden 11 der Kammer 3 erstreckt. Das horizontale Leitungsrohr 4 wird in einer vorbestimmten Höhe H<sub>1</sub> von 1 m vom Boden 11 und in einem vertikalen Abstand H<sub>2</sub> von 2,7 m von der Decke 9 angebracht, wobei der Abstand H<sub>2</sub> und die Höhe H<sub>1</sub> jeweils gleich den Längen der Teile von den Leitungsrohren 5 und 6 innerhalb der Kammer 3 sind; und bekannte Geräuschetektoren (Phonometer), die der Einfachheit halber nicht gezeigt werden, werden bei den vorbestimmten Abschnitten A, B, C der Rohrleitung 2 innerhalb der Kammer 3 bereitgestellt.

**[0035]** Vorrichtung 1 stellt Vergleichstests der Schalldämmungsfähigkeit von ähnlichen Rohrleitungen von unterschiedlichen Materialien bereit. Nach der ersten Messung des Hintergrundgeräuschs innerhalb der Kammer 3 durch ein Phonometer wurde ein 30-Liter-Fluß an Wasser von dem Abflußrohr 10 entlang der Rohrleitung 2 bei einer durchschnittlichen Fließgeschwindigkeit von 2 l/s eingespeist; und das Geräusch, das durch das Wasser an den Abschnitten A, B, C jedes Rohrs erzeugt wurde, wird gemessen. Dies wurde unter Verwendung von Bruel & Kjaer 2235 Phonometern und Real Time Analyzer „Rion 29/E“-Analysatoren (Klasse IIEC) mit UC12-Mikrofonen durchgeführt.

**[0036]** Rohrleitungsteile von unterschiedlichen Dichten aus Polypropylen-Polymerbasierenden Materialien (RPA/PP-Zusammensetzung in Tabelle 1) wurden geräuschetestet, wie in Tabelle 4 gezeigt.

**[0037]** Die Testergebnisse zeigen die ausgezeichneten Schalldämmungseigenschaften der Gegenstände, die gemäß der vorliegenden Erfindung hergestellt wurden. Obwohl weitere Verbesserung natürlich durch Erhöhen der Dichte des Materials möglich ist, wird die Schalldämmung bereits als mehr als zufriedenstellend, selbst bei den geringsten Dichten – rund 1,6 g/cm<sup>3</sup> – betrachtet.

Tabelle 4

Dichte (g/cm <sup>3</sup> )	Hintergrundgeräusch dB(A)	Messung Abschnitt A dB(A)	Messung Abschnitt B dB(A)	Messung Abschnitt C dB(A)
1,450	16	68	64	57
1,500	16	64	62,5	52
1,550	16	60	60	50
1,600	16	55	47,5	45
1,650	16	55	46	44
1,700	16	53	45	44
1,750	16	52	44	42

**[0038]** Dieselben Materialien wurden ebenso nach internationalen Standards getestet, um die prinzipiellen physikalischen und mechanischen Eigenschaften zu bestimmen: spezifisches Gewicht (ISO 1183); Shore-D-Härte bei 30° (ISO 868); Zugfestigkeit und Dehnbarkeit (ISO 527); Dehngrenze (ISO R 178), Stoßfestigkeit (IEC 614) und VICAT-Temperatur (ISO 306). Die Testergebnisse werden in Tabelle 5 gezeigt.

Tabelle 5

Dichte [g/cm <sup>3</sup> ]	Shore-D-Härte	Zugfestigkeit [MPa]	Dehnbarkeit [%]	Dehngrenze [MPa]	Stoßfestigkeit [°C]	VICAT-Temperatur [°C]
1,450	67	19	55	-	-25	108
1,500	69	20,5	35	-	-25	110
1,550	70	21,9	30	259	-25	110
1,600	71	21,2	135	160	-25	110
1,650	75	30,2	43	387	-25	120
1,700	76	32,5	33	-	-25	122
1,750	78	35	31	-	-25	125

**[0039]** Im Gegensatz zu herkömmlichen expandierten Materialien, von denen die mechanischen Eigenschaften normalerweise schlechter als die der entsprechenden kompakten Materialien sind, weisen die erfindungsgemäßen Materialien zusätzlich zu den ausgezeichneten Schalldämmeigenschaften, die oben gezeigt wurden, ebenso gute mechanische Eigenschaften auf, einschließlich unerwarteter Dehnbarkeitswerte: Gegenstände von 1,6 g/cm<sup>3</sup>, die gemäß der Erfindung hergestellt wurden, zeigen einen ungewöhnlich hohen Dehnbarkeitswert kombiniert mit zufriedenstellenden mechanischen Festigkeitswerten.

**[0040]** Als Vergleich wurden ähnliche Geräusch- und mechanische Tests an Rohrleitungen aus den Polypropylen-basierenden Materialien RPA/PP-1, RPA/PP-2 und RPA/PP-3, beschrieben in Beispiel 1, und mit derselben Dichte (1,6 g/cm<sup>3</sup>) durchgeführt, die aber unterschiedliche Typen von Bariumsulfat enthielten. Die Ergebnisse werden in Tabelle 6 (Geräuschtests) und Tabelle 7 (mechanische Tests) gezeigt.



Tabelle 6

Material (1,60 g/cm <sup>3</sup> Dichte)	Hintergrundge- r�usch dB(A)	Messung Abschnitt A dB(A)	Messung Abschnitt B dB(A)	Messung Abschnitt C dB(A)
RPA/PP-1	16	55	47,5	45
RPA/PP-2	16	60	62	52
RPA/PP-3	16	61	62,5	54

Tabelle 7

Produkt	Dichte [g/cm <sup>3</sup> ]	Shore-D- Härte	Zugfe- stigkeit [MPa]	Dehn- barkeit [%]	Dehn- grenze [MPa]	Sto�fe- stigkeit [�C]	VICAT- Tempe- ratur [�C]
RPA/PP-1	1,600	71	21,2	135	160	-25	110
RPA/PP-2	1,600	71	20,5	133	155	-25	108
RPA/PP-3	1,600	71	20,2	125	153	-25	108

**[0041]** Die mechanischen Eigenschaften und Schalld mmlungsleistung von Mischungen, die Bariumsulfat vom Typ 1 enthalten, sind besser als die der  quivalenten Mischungen, die andere Typen enthalten: Bariumsulfat vom Typ 1 sorgt daher für das Erreichen der besten Kombination von mechanischer Festigkeit, Flammbeständigkeit und Wärme- und Schalld mmlungseigenschaften.

**[0042]** Was die Flammleistung der Gegenstände, die gemäß der Erfindung hergestellt wurden, betrifft, wurden verschiedene Tests – erneut als Funktion der Dichte der Endprodukte – durchgeführt, um den Sauerstoffindex (ISO 4589), die Flammbeständigkeit (IEC 614) und die Flammenausbreitung (zu gegenwärtigen italienischen Standards) zu bestimmen.

**[0043]** Die Sauerstoffindex- und Flammbest ndigkeitstestergebnisse von Polypropylenbasierenden Materialien von unterschiedlichen Dichten werden in Tabelle 8 gezeigt.

Tabelle 8

Dichte [g/cm <sup>3</sup> ]	Sauerstoffindex [% O <sub>2</sub> ]	Flammbeständigkeit
1,450	31	bestanden
1,500	33	bestanden
1,550	42	bestanden
1,600	42,5	bestanden
1,650	42,5	bestanden
1,700	43	bestanden
1,750	45	bestanden

**[0044]** Als Vergleich wurden Sauerstoffindextests von einer Vielzahl an unterschiedlichen Materialien (natürlich und synthetisch) und erfindungsgemäßen Materialien mit unterschiedlichen Polymerbasen (d. h. Polypropylen, Polyethylen, Polychlorvinyl) durchgeführt. Die Testergebnisse – erneut zu ISO 4589 und unter Verwendung 3 mm dicker synthetischer Materialien – werden in Tabelle 9 gezeigt. Das erfindungsgemäße Material weist einen besonders hohen Sauerstoffindex auf (besonders wenn es mit traditionellen Polymermaterialien verglichen wird) und kann gemäß der gegenwärtigen italienischen Standards als „flammbeständig“ hinsichtlich der Entzündung klassifiziert werden: wenn es Flammen ausgesetzt wird, schmilzt das Material in begrenztem Ausmaß, wodurch eine Oberflächenquellung gebildet wird, die das darunterliegende Material von der Wärmequelle wegzieht, wodurch verhindert wird, daß sich das Material tatsächlich entzündet.

Tabelle 9

Material	Sauerstoffindex [% O <sub>2</sub> ]
Polyethylen	18
Polystyrol	18
Polymethylmethacrylat	17,4
Nylon 6	23
Polyvinylchlorid	45
Polyester	21
Baumwollgewebe	20,1
Kiefer	22,4
Wollgewebe	23,8
RPA/PP	42,5
RPA/PE	42
RPA/PVC-R	45
RPA/PVC-S	33

**[0045]** Das erfindungsgemäße Material zeigte ebenso eine ausgezeichnete Beständigkeit gegen Flammenausbreitung, erneut bestimmt nach italienischen Standards, wobei die Testergebnisse (nicht ausführlich gezeigt) das erfindungsgemäße Material als „nicht brennbar“ (Klasse 0) klassifizieren.

**[0046]** Die Menge an Wärme, die während des Verbrennens des Materials entwickelt wurde (das Testverfahren davon ist bisher nicht deutlich definiert), wurde auf Grundlage der Verbrennungswärme des Materials bestimmt, die für das erfindungsgemäße Material im wesentlichen ähnlich der der herkömmlichen Materialien war.

**[0047]** Im Gegensatz zu herkömmlichen thermoplastischen Materialien emittiert das erfindungsgemäße Material eine minimale Menge an Dämpfen, wie durch eine optische Dichteanalyse in einer NBS-Kammer gezeigt (Testergebnisse nicht gezeigt).

### Patentansprüche

1. Gefertigter Gegenstand aus einem synthetischen Kunststoffmaterial, umfassend ein thermoplastisches Polymerharz, welches wiederum mindestens ein thermoplastisches Polymer oder Copolymer umfaßt, ausgewählt aus der Gruppe, bestehend aus Polyolefinen, Polychlorvinylenen, Polystyrolen und Gemischen davon, und ein inertes, in dem Harz einheitlich dispergiertes Füllmittel, wobei das Material ein expandiertes, offen- oder geschlossenzelliges dreidimensional vernetztes Material ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Dichte des Materials im Bereich von zwischen 1,450 und 1,750 g/cm<sup>3</sup> liegt.

2. Gefertigter Gegenstand nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das inerte Füllmittel natürlichen oder synthetischen Ursprungs ist und aus der Gruppe, bestehend aus Calciumcarbonat, Bariumsulfat, Magnesiumhydroxid, Aluminiumhydroxid, ABS, gepulverten, vernetzten, elastomeren Polymeren und Gemischen davon, ausgewählt ist.

3. Gefertigter Gegenstand nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das inerte Füllmittel Bariumsulfat mit den chemischen/physikalischen Eigenschaften, wie in Tab. 3 gezeigt, ist.

4. Gefertigter Gegenstand nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Harz ein Polymer umfaßt, ausgewählt aus der Gruppe, umfassend Polyethylen, Polypropylen, Polyethylvinylacetat, Polystyrol, PVC, ABS und verwandten Copolymeren.

5. Gefertigter Gegenstand nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Dichte des Materials etwa  $1,600 \text{ g/cm}^3$  ist.

6. Gefertigter Gegenstand nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Harz eine Vernetzungsrate von 80% bis 100% aufweist.

7. Gefertigter Gegenstand nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Material stabilisierende, schmierende, plastifizierende und nicht-halogenierte selbstlöschende Additive einschließt.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

