



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 697 30 828 T2** 2005.09.22

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 0 902 803 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **697 30 828.6**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/SE97/00822**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **97 924 434.0**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 97/045474**

(86) PCT-Anmeldetag: **21.05.1997**

(87) Veröffentlichungstag

der PCT-Anmeldung: **04.12.1997**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **24.03.1999**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **22.09.2004**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **22.09.2005**

(51) Int Cl.⁷: **C08G 81/00**
C08G 63/20

(30) Unionspriorität:

9602019 28.05.1996 SE

(73) Patentinhaber:

Perstorp AB, Perstorp, SE

(74) Vertreter:

HOFFMANN & EITLE, 81925 München

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LI,
LU, MC, NL, PT, SE**

(72) Erfinder:

**SÖRENSEN, Kent, S-284 35 Perstorp, SE;
PETTERSSON, Bo, S-224 72 Lund, SE; BOOGH,
Louis, CH-1023 Crissier, CH; MANSSON, Edvin,
Jan-Anders, CH-1812 Rivaz, CH**

(54) Bezeichnung: **THERMOPLASTISCHE VERBINDUNG**

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 ein thermoplastisches Compoundmaterial, umfassend zumindest ein lineares oder verzweigtes thermoplastisches Polymer oder Copolymer, compounding mit zumindest einem hochverzweigtem dendritischen Polyester-Makromolekül. Das lineare oder verzweigte thermoplastische Polymer oder Copolymer ist mit mindestens einer reaktiven oder pfpfbbaren Stelle (F_1) ausgestattet und das hochverzweigte dendritische Makromolekül ist durch seine terminalen Kettenextenderfunktionen und/oder durch eine optionale Kettenbeendigung und/oder eine optionale Funktionalisierung mit mindestens einer reaktiven oder pfpfbbaren Stelle (F_2) ausgestattet, wobei die reaktive oder pfpfbbare Stelle (F_2) reaktiv mit oder pfpfbbar auf die reaktive oder pfpfbbare Stelle (F_1) ist. Nach einem weiteren Aspekt bezieht sich die Erfindung auf eine thermoplastische Zusammensetzung, die mindestens zwei Komponenten umfaßt, wobei zumindest eine das thermoplastische Compoundmaterial ist. In noch einem weiteren Aspekt bezieht sich die Erfindung auf einen thermoplastischen Artikel, der aus einem thermoplastischen Compoundmaterial oder mehreren thermoplastischen Compoundmaterialien oder Zusammensetzungen hergestellt ist, wobei zumindest eines/eine ein thermoplastisches Compoundmaterial ist.

[0002] Die Phänomene Adhäsion bzw. Haftung und Kompatibilität sind in den letzten Jahren auf vielen wissenschaftlichen und technologischen Gebieten, einschließlich verschiedener Polymerkombinationen, Gemischen und Mischungen, zu wichtigen Angelegenheiten geworden. Die Frage einer verbesserten Adhäsion und/oder Kompatibilität zwischen zum Beispiel verschiedenen thermoplastischen Polymeren ist auf Gebieten wie zum Beispiel Nahtstellen, Oberflächenbeschichtungen, Sandwichstrukturen, Verbundmaterialien und Polymermischungen, ausgeprägt. Eine Adhäsion hängt von einer komplizierten Reihe von Prozessen ab, die komplementäre wie auch widersprechende Theorien umfassen, einschließlich der Theorien eines mechanischen Ineinandergreifens, der molekularen Verschlingung, einer elektrostatischen Adhäsion, eines Ineinandergreifens von Grenzflächen, Zwischenflächen, Adsorption und Benetzung, Interdiffusion und chemischer Bindung. Eine verstärkte Kompatibilität von unmischbaren Phasen von flüssigen oder festen Produkten wird bekanntermaßen durch die Verwendung von zum Beispiel Tensiden beeinflusst, die nach den Prinzipien einer Stabilisierung der polaren/nicht-polaren Grenzfläche arbeiten. Tenside sind charakteristischerweise Moleküle, die sowohl einen polaren als auch einen nicht-polaren Anteil besitzen. Ein Tensid wird seinen polaren Teil in Richtung einer Produktoberfläche mit einer gewissen Polarität richten, wohingegen der nicht-polare Teil sich zu einer Produktoberfläche ausrichten wird, die nicht-polar oder wenig polar ist. Obgleich herkömmliche Tenside zu einem gewissen Grad in thermoplastischen Mischungen, Verbundstoffen, gefüllten Thermoplasten und dgl. die Kompatibilität und Adhäsion verstärken werden, haben sie Molekulargewichte, die zu niedrig sind, um signifikante Effekte bezüglich verbesserter mechanischer Eigenschaften zu liefern. Alle oben genannten Adhäsionsprozesse sollten einen Beitrag leisten, um eine optimierte Adhäsion zu erhalten. Tenside mit niedrigem Molekulargewicht werden nur wenige der Adhäsionsprozesse positiv beeinflussen und können sogar anderen Adhäsionsprozessen entgegenwirken. Der Gesamteffekt ist demnach der, daß niedermolekulare Tenside am wahrscheinlichsten nur als Weichmacher mit einem nachteiligen Effekt auf die Gesamtleistungsfähigkeit von Thermoplasten wirken werden.

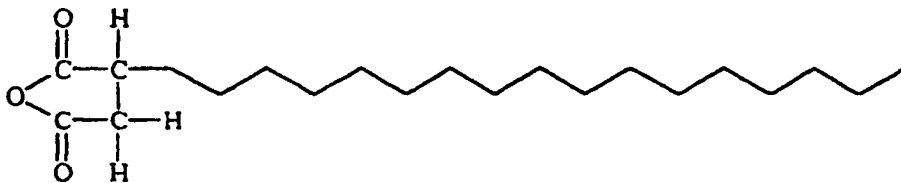
[0003] Um eine immer steigende Nachfrage nach neuen und/oder weiterentwickelten Thermoplasten und thermoplastischen Systemen zu befriedigen, wurde das Interesse auf Mischungen und Kombinationen von verschiedenen Polymeren wie auch von verschiedenen Polymeren und Füllstoffen und/oder Verstärkungsmaterialien als kostengünstiger Weg zur Kombination von Eigenschaften unterschiedlicher Materialien und zum Erhalt von Thermoplasten für neue und spezifische Anwendungen konzentriert. Viele thermoplastische Polymere sind miteinander und/oder mit verschiedenen, die Eigenschaften modifizierenden Materialien, z. B. Füllstoffen und Verstärkungsmaterialien inkompatibel, was zu Mischungen und Kombinationen mit schlechten mechanischen Eigenschaften führt. Additive wie z. B. Kompatibilisierungsmittel und Modifizierungsmittel zur Verbesserung der Adhäsion und/oder Kompatibilität zwischen zum Beispiel verschiedenen inkompatiblen oder nahezu inkompatiblen thermoplastischen Polymeren werden häufig eingesetzt. Ein Additiv sollte, um gute Adhäsion in thermoplastischen Mischungen, Verbundstoffen, gefüllten Thermoplasten und dgl. zu erzielen, so konzipiert sein, daß es einen positiven Beitrag bei allen bekannten Adhäsionsprozessen liefert. Es wird davon ausgegangen, daß die reine Adhäsion dann sehr effizient wird. Ein Kompatibilisierungsadditiv sollte, um an einer nicht-polaren Oberfläche zu haften, idealerweise einen langen Polymerschwanz, z. B. einen Polyolefin-schwanz mit signifikantem Molekulargewicht haben, wobei dieser Schwanz von einer nicht-polaren thermoplastischen Oberfläche angezogen werden kann und durch die Nähe der Oberflächenenergie und durch molekulare Verschlingung und Interdiffusion haften kann. Ein Kompatibilisierungsmittel sollte auch fähig sein, an einer polaren Oberfläche zu haften, idealerweise mit einer möglichst großen polaren Oberfläche versehen sein, welche eine große Anzahl an polaren und reaktiven Stellen oder Funktionen, zum Beispiel Hydroxyl-Gruppen, hat. Eine Adhäsion an einer polaren Oberfläche kann somit durch elektrostatische Anziehung,

die zum Beispiel starke Wasserstoffbindungen bildet, durch kovalente Bindungen zwischen einer großen Zahl reaktiver Stellen und einem polaren Substrat wie auch durch chemische Reaktion zwischen reaktiven Stellen, die miteinander reaktiv sind, erfolgen. Ein Kompatibilisierungsadditiv sollte darüber hinaus ein Molekulargewicht besitzen, das hoch genug ist, um mechanische Eigenschaften nicht negativ zu beeinflussen, und sollte gleichzeitig eine Viskosität haben, die niedrig genug ist, um eine maximierte Diffusionsrate zu den Polar/Nichtpolar-Grenzflächen thermoplastischer Mischungen, Verbundstoffe oder gefüllter Thermoplasten, die zu kompatibilisieren sind, bereitzustellen.

[0004] Normalerweise werden zwei Haupttypen an Polymeren/Copolymeren als Kompatibilisierungsmittel und Modifizierungsmittel verwendet: (a) Blockcopolymere, die aus Blöcken des zu kombinierenden Materials bestehen, und (b) solche, die chemische Bindungen zwischen den zu kombinierenden Materialien schaffen. Der zweite Typ hat den Vorteil, daß er weniger Verfahrensbedingungen stellt als der erste. Ein weiterer Typ von Verbindungen, der als nützliche Kompatibilisatoren beansprucht werden, sind in WO 95/06081 beschrieben. Die Verbindungen sind verzweigte, fraktale, poröse Polymere, die starre, aromatische Repetiereinheiten, die elektrophile oder nukleophile reaktive Gruppierungen an der Außenseite derselben haben, umfassen oder sind Sternpolymere, die einen polymeren Kern, der die fraktalen Polymere sind, und lineare Stickstoff-enthaltende polymere Gruppierungen an die Außenseite davon gepfropft umfassen.

[0005] Ein Kompatibilisierungsmittel oder ein Modifizierungsmittel muß, um zufriedenstellend zu wirken, mindestens zwei Bedingungen erfüllen, nämlich die Grenzflächenenergie zwischen zu kombinierenden Materialien verringern und eine gute Bindung zwischen ihnen bereitzustellen. Pfropfpolymere/Copolymere werden oft als Kompatibilisierungsmittel eingesetzt, um chemische Bindungen zu schaffen und als Beispiele können mit Maleinsäureanhydrid gepfropfte Polyolefine, zum Beispiel Polypropylen, verwendet werden, die wirtschaftlich als Kompatibilisatoren zwischen zum Beispiel den anderenfalls inkompatiblen Polyolefinen und Polyamiden eingesetzt werden. Mit Maleinsäureanhydrid gepfropfte Polyolefine haben eine kleine polare Gruppe und wenig reaktive Stellen, was für die meisten der derzeit bekannten und wirtschaftlich verwendeten Kompatibilisatoren typisch ist. Der Polyolefin-Teil des mit Maleinsäureanhydrid gepfropften Polyolefins ist mit dem Polyolefin kompatibel und der Maleinsäureanhydrid-Teil kann Bindungen mit dem Polyamid schaffen. Polyolefine, speziell Polypropylen, und Polyamide werden nachfolgend als Modellspezies verwendet.

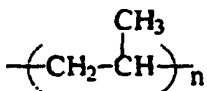
[0006] Die Struktur von mit Maleinsäureanhydrid gepfropftem Polyolefin, das ein endständiges Maleinsäureanhydrid an eine Polyolefinkette gepfropft hat, kann durch die vereinfachte folgende Formel (I) dargestellt werden:



worin



eine Polyolefinkette z. B. der Formel II



(Polypropylen), worin n der Polymerisationsgrad ist, bezeichnet.

[0007] Polyamide und Polyolefine sind zwei wichtige Spezies von Thermoplasten, die für großvolumige Anwendungen eingesetzt werden. Unter den Polyamiden wird Polyamid 6 infolge seiner hohen Steifigkeit und seiner guten Hitze- und Abriebbeständigkeit üblicherweise als technischer Kunststoff, z. B. in der Automobilindustrie eingesetzt. Polyolefine haben die Vorzüge einer hohen chemischen Beständigkeit, einer geringen Dichte und guter mechanischer Eigenschaften zusätzlich zu dem Vorteil, daß sie relativ billig sind.

[0008] Die Eigenschaften von Polyamiden und Polyolefinen sind normalerweise komplementär zueinander und es ist somit von beträchtlichem Interesse, diese Materialien zu kombinieren, um thermoplastische Zusammensetzungen und Verbundstoffe für spezifische Anwendungen zu produzieren. Ein spezifisches Beispiel, bei dem eine Kombination von Materialien die Mängel eines jeden Materials allein überwindet, sind Teile für Kraft-

fahrzeugkarosserien, die zum Beispiel aus verstärktem Polypropylen hergestellt werden können, allerdings wird ihre Oberfläche rau und schwierig oder unmöglich zu lackieren bzw. anzustreichen sein. wenn allerdings eine Polyamidschicht auf das Polypropylen aufgetragen wird, wird eine glatte Oberfläche, die angestrichen werden kann, erhalten werden. Ein signifikantes Problem besteht darin, daß es sehr schwierig ist, eine akzeptable Bindung zwischen diesen zwei Polymeren zu erreichen. Ein weiteres limitierendes Problem ist die Wahl des Verstärkungsmaterials, das im Polypropylen verwendet wird. Eine Kombination zwischen z. B. dem nicht-polaren Polypropylen und häufig verwendeten polaren Verstärkungs- oder Füllmaterialien wird wahrscheinlich zu schlechten oder verringerten mechanischen Eigenschaften führen.

[0009] Jüngere Untersuchungen an thermoplastischen Zusammensetzungen, die inkompatible oder nahezu inkompatible Materialien umfassen, wurden auf eine verbesserte Bindung zwischen verschiedenen Polymeren konzentriert. Ein oft verwendetes Verfahren ist die vorstehend beschriebene Verwendung von mit Maleinsäureanhydrid gepfropften Polymeren. Ein zusätzlicher Nachteil von steigender Bedeutung ist der, daß es beim Recycling von Kunststoffen schwierig oder unmöglich ist, inkompatible Materialien zu trennen, weshalb ein Verfahren, das inkompatible Materialien kompatibel macht, einen großen Vorteil liefern würde und ein Recycling von gemischten Polymeren einfacher machen würde.

[0010] Die vorliegende Erfindung stellt ein neues thermoplastisches Compoundmaterial bereit, das überraschenderweise ausgezeichnete Kompatibilisierungseigenschaften liefert. Mischungen oder Mischzusammensetzungen, die verschiedene, zum Beispiel inkompatible oder unmischbare, thermoplastische Polymere und/oder Verstärkungsmaterialien und Füllstoffe umfassen, können somit einfacher hergestellt werden. Es können auch Kombinationen aus Thermoplasten und Duroplasten hergestellt werden. Das thermoplastische Compoundmaterial der vorliegenden Erfindung wird geeigneterweise und vorzugsweise als Kompatibilisierungsmittel eingesetzt und entspricht den oben diskutierten und für Kompatibilisierungsmittel notwendigen Eigenschaften, zum Beispiel eine große polare Oberfläche mit einer großen Zahl von polaren und/oder reaktiven Stellen oder Funktionen. Das thermoplastische Compoundmaterial umfaßt zumindest ein lineares oder verzweigtes thermoplastisches Polymer und zumindest ein hochverzweigtes dendritisches Makromolekül, das aus Ester- oder Polyestereinheiten aufgebaut ist, gegebenenfalls mit Ether- oder Polyethereinheiten. Das thermoplastische Compoundmaterial der Erfindung wird in erster Linie als Modifizierungsmittel und/oder Kompatibilisierungsmittel verwendet, kann aber auch in vorteilhafter Weise als alleiniges thermoplastisches Material eingesetzt werden. Die vorliegende Erfindung stellt ferner eine thermoplastische Zusammensetzung und einen thermoplastischen Artikel mit verbesserten mechanischen Eigenschaften bereit. Die Zusammensetzung und der Artikel umfassen das thermoplastische Compoundmaterial, wobei das Compoundmaterial infolge seiner spezifischen Zusammensetzung und Struktur die verbesserten Eigenschaften bereitstellt und/oder durch Verwendung ansonsten inkompatibler Materialien diese möglich macht, und zu den verbesserten Eigenschaften dieser beiträgt.

[0011] Die Adhäsion und die Kompatibilität werden durch die überraschenderweise erhöhte Diffusionsrate, die durch Einführung einer hohen Polarität und/oder Reaktivität gemäß der Erfindung erreicht wird, verstärkt. Dies wird durch zumindest ein hochverzweigtes dendritisches Makromolekül erreicht, das eine oder mehrere mit einem thermoplastischen Polymer reaktive(n) oder pfropfbare(n) terminale(n) Stelle(n) oder Funktion(en) hat. Von hochverzweigten dendritischen Makromolekülen, die sich im wesentlichen aus Polyestereinheiten aufbauen, ist außerdem bekannt, daß sie die Rheologie modifizieren, wobei trotz eines hohen oder sehr hohen Molekulargewichts Systeme mit niedriger Viskosität erhalten werden. Die Natur und der Typ der endständigen Funktionen oder Stellen liefern zum Beispiel eine Reaktivität und/oder eine Polarität, die es möglich macht, andernfalls inkompatible Materialien zu kombinieren. Ausführungsformen des thermoplastischen Compoundmaterials werden somit entsprechend den allgemeinen Reaktionskriterien für die jeweilige endständige Funktion gegenüber einer Reihe von Funktionen oder Stellen, die häufig in verschiedenen thermoplastischen Polymeren oder Copolymeren enthalten sind, reaktiv sein und dadurch eine chemische oder physikalische Bindung zwischen dem thermoplastischen Compoundmaterial und einem oder mehreren zusätzlichen thermoplastischen Polymeren oder Copolymeren und/oder Duroplasten bereitstellen. Endständige Epoxid-Gruppen können zum Beispiel mit NH_2 -Gruppen von Polyamid reagieren oder eine Polarität in ein nicht-polares Polymer einführen, was es zum Beispiel ermöglicht, einen polaren Füllstoff in ein Polyolefin einzuarbeiten, ohne daß ein Verlust der mechanischen Eigenschaften infolge einer schlechten Adhäsion zwischen Füllstoff und Polymer, der durch den Unterschied in der Polarität verursacht wird, auftritt. Endständige bzw. terminale Carboxyl-Gruppen können zum Beispiel mit Hydroxyfunktionellen oder Epoxid-funktionellen thermoplastischen Polymeren oder Copolymeren reagieren. Eine nicht-polare Polymer- oder Copolymerkette, die gemäß Ausführungsformen des thermoplastischen Compoundmaterials der vorliegenden Erfindung mit einem vorzugsweise endständigen und zum Beispiel Hydroxy-funktionellen hochverzweigten dendritischen Makromolekül versehen ist, wird ein polares und ein nicht-polares Ende aufweisen, was Kompatibilität sowohl mit polaren als auch mit nicht-polaren

Polymere oder Copolymere liefert. Das thermoplastische Compoundmaterial der vorliegenden Erfindung hat die Wirkung der Homogenisierung zum Beispiel stark mineralisch gefüllter, zum Beispiel mit Kreide, Polyolefine, was zu thermoplastischen Zusammensetzungen und Produkten führt, die eine überlegene Qualität aufweisen, ohne oder mit wesentlich weniger Mängeln, wie sie für mineralisch gefüllte Polymere typisch sind. Das thermoplastische Compoundmaterial beinhaltet darüber hinaus eine verbesserte Verarbeitbarkeit, zum Beispiel während verschiedener Formungsvorgänge, und zwar infolge der die Rheologie modifizierenden Eigenschaften. Polymere oder Polymerzusammensetzungen, die zum Beispiel Wärmedehnung aufweisen, zeigen oft ein Newtonsches Verhalten, wenn sie mit einem thermoplastischen Compoundmaterial gemäß der vorliegenden Erfindung modifiziert werden.

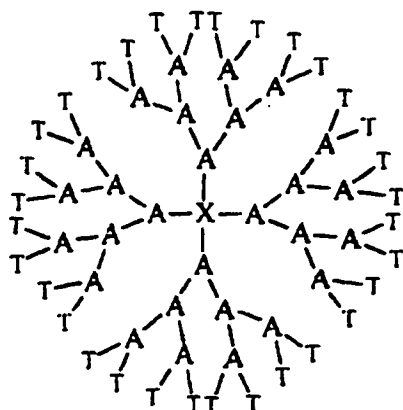
[0012] Das thermoplastische Compoundmaterial der vorliegenden Erfindung umfaßt zumindest ein lineares oder verzweigtes thermoplastisches Polymer oder Copolymer, das zumindest mit einer reaktiven oder pfropfbaren Stelle (F_1) ausgestattet ist und das mit zumindest einem hochverzweigten dendritischen Makromolekül, das im wesentlichen aus Ester- oder Polyestereinheiten, optional in Kombination mit Ether- oder Polyether-Einheiten, aufgebaut ist, compoundiert ist. Diese Komponenten werden vorteilhafterweise zum Beispiel in einem Extruder compoundiert. Das hochverzweigte dendritische Makromolekül besteht aus einem monomeren oder polymeren Kern, der mindestens eine reaktive Epoxid-, Hydroxyl-, Carboxyl- oder Anhydrid-Gruppe hat, wobei an den Kern 1 bis 100, bevorzugt 1 bis 20 und am meisten bevorzugt 2 bis 8, Verzweigungsgenerationen, umfassend zumindest einen monomeren oder polymeren Verzweigungskettenextender mit zumindest drei reaktiven Gruppen, von denen zumindest eine eine Hydroxyl-Gruppe und zumindest eine eine Carboxyl- oder Anhydrid-Gruppe ist, und optional zumindest eine Abstandsgeneration, umfassend zumindest einen Abstandskettenextender, angefügt sind. Der Abstandskettenextender ist vorzugsweise eine Verbindung, die zwei reaktive Gruppen, die eine Hydroxyl-Gruppe und eine Carboxyl-Gruppe oder Anhydrid-Gruppe sind, hat, oder ist ein innerer Ether, zum Beispiel ein Lacton einer solchen Verbindung. Die terminalen Kettenextenderfunktionen des hochverzweigten dendritischen Makromoleküls sind im wesentlichen Hydroxyl-, Carboxyl- oder Anhydridgruppen und das hochverzweigte dendritische Makromolekül ist optional vollständig oder teilweise durch zumindest einen monomeren oder polymeren Kettenstopper kettenterminiert und/oder funktionalisiert. Das hochverzweigte dendritische Makromolekül ist durch diese terminalen Kettenextenderfunktionen und/oder durch die optionale Kettenbeendigung und/oder Funktionalisierung mit zumindest einer reaktiven oder pfropfbaren Stelle (F_2), die reaktiv mit oder pfropfbar auf die reaktive oder pfropfbare Stelle (F_1) ist, ausgestattet.

[0013] Die reaktive oder pfropfbare Stelle (F_1) des Polymers oder Copolymers ist in bevorzugten Ausführungsformen des thermoplastischen Compoundmaterials eine Hydroxyl-, Epoxid-, Carboxyl-, Anhydrid-, Amin-, Amid-, Imid-, Cyano-, Sulfonat-, Halogenid-, Ester-, Alkenyl- oder Alkynyl-Gruppe. Weitere Ausführungsformen der reaktiven oder pfropfbaren Stelle (F_1) umfassen Radikalstellen und abspaltbare Wasserstoffatome. Radikalstellen können durch eine Vielzahl von Verfahren erzeugt werden, welche eine chemische, photochemische, Strahlungs-, mechanische Mastikation und einen thermischen Abbau umfassen. Die reaktive oder pfropfbare Stelle (F_2) des Makromoleküls ist in ebenfalls bevorzugten Ausführungsformen eine Hydroxyl-, Epoxid-, Carboxyl-, Anhydrid-, Amin-, Amid-, Imid-, Cyano-, Sulfonat-, Halogenid-, Ester-, Alkenyl- oder Alkynyl-Gruppe.

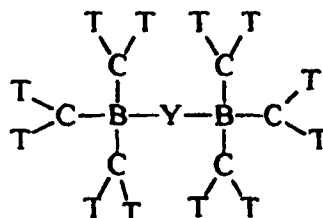
[0014] Hochverzweigte dendritische Makromoleküle, einschließlich Dendrimere, können im allgemeinen als dreidimensionale hochverzweigte Moleküle beschrieben werden, die eine baumartige Struktur haben. Dendrimere sind in hohem Maße symmetrisch, wobei ähnliche Makromoleküle, die als hochverzweigt bezeichnet werden, zu einem gewissen Grad eine Asymmetrie halten können, behalten sie die hochverzweigte baumartige Struktur bei. Dendrimere können als monodisperse oder im wesentlichen monodisperse hochverzweigte dendritische Makromoleküle bezeichnet werden. Hochverzweigte dendritische Makromoleküle bestehen im wesentlichen aus einem Initiator oder Kern, der eine reaktive Stelle oder mehrere reaktive Stellen oder Funktionen und eine Reihe von Verzweigungsschichten und gegebenenfalls eine oder mehrere Abstandsschichten und/oder eine Schicht aus Kettenterminierungs- bzw. Kettenbeendigungsmolekülen hat. Eine fortgesetzte Replikation von Verzweigungsschichten führt normalerweise zu einer erhöhten Verzweigungsmultiplizität und, wo dies anwendbar oder erwünscht ist, zu einer erhöhten Anzahl terminaler Funktionen. Die Schichten werden üblicherweise als Generationen bezeichnet und die Verzweigungen als Dendrone. Hochverzweigte dendritische Makromoleküle (Dendrimere) können durch die unten stehenden vereinfachten Formeln (III) und (IV) dargestellt werden, worin X und Y Initiatoren oder Kerne mit vier bzw. zwei reaktiven Funktionen sind und A, B und C Verzweigungskettenextender mit drei (A und C) und vier (B) reaktiven Funktionen sind, wobei jeder Verzweigungskettenextender eine Verzweigungsgeneration im Makromolekül bildet. T ist ein terminierender Kettenstopper oder eine geeignete terminale Funktion oder terminale Stelle, zum Beispiel eine Hydroxyl-, Carboxyl- oder Epoxid-Gruppe. Das hochverzweigte dendritische Makromolekül der Formel (III) hält vier gleiche und das hochverzweigte dendritische Makromolekül der Formel (IV) enthält zwei gleiche, sogenannte Dendrone, am jeweiligen Kern angeknüpft. Die Dendrone des Makromoleküls der Formel (III) sind wie durch die verein-

fachte Formel (V) dargestellt.

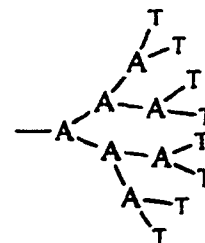
Formel (III)



Formel (IV)



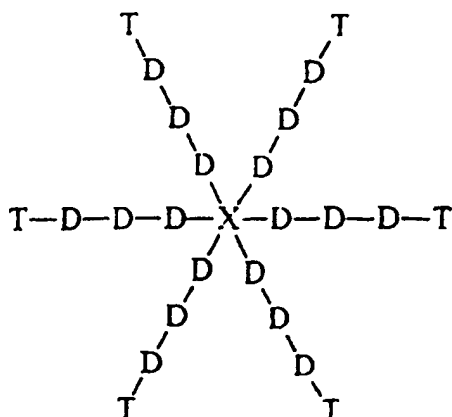
Formel (V)



[0015] Ein Dendron kann vorproduziert werden und dann an einen Kern angefügt werden. Ein Dendron kann zum Beispiel hergestellt werden, indem eine oder mehrere Hydroxy-funktionelle Carbonsäuren bei normaler Veresterungstemperatur kondensieren, indem ein-, zwei-, drei- oder polyfunktionelle Carbonsäuren Esterbindungen mit ein-, zwei-, drei- oder mehrwertigen Alkoholen oder Epoxiden bilden oder indem ähnliche Verfahren durchgeführt werden, die zu Esterbindungen, Etherbindungen oder anderen chemischen Bindungen führen. Die zur Herstellung eines Dendrons verwendeten Ausgangsmaterialien müssen so gewählt werden, daß sie mindestens eine terminale reaktive Stelle zur Umsetzung mit einem Kern oder Initiator liefern.

[0016] Ein hochverzweigtes dendritisches Makromolekül unterscheidet sich von den gutbekannten normalen linearen oder verzweigten Molekülen oder Makromolekülen und unterscheidet sich auch von dem gutbekannten sogenannten Sternmolekül oder Sternverzweigten Molekül. Ein hochverzweigtes dendritisches Makromolekül, wie es durch die Formel (III), (IV) und (VI) offenbart wird, kann durch kein Mittel mit diesen gutbekannten Molekülen, weder bezüglich der molekularen Struktur noch bezüglich der chemischen und/oder physikalischen Eigenschaften verglichen werden. Eine verstärkte Verzweigungsreplikation in einem hochverzweigten dendritischen Makromolekül führt zu einer erhöhten Verzweigungsdichte und, wenn es gewünscht wird, zu einer erhöhten Anzahl terminaler Funktionen oder Stellen; keine dieser unterscheidenden Eigenschaften werden von den wohlbekannten und normalen Molekülen gezeigt. Eine erhöhte Verzweigungsreplikation in einem Stern- oder sternverzweigten Molekül oder Makromolekül führt weder zu dieser erhöhten Verzweigungsdichte noch zu dieser erhöhten Anzahl terminaler Funktionen oder Stellen. Ein Sternmolekül oder ein sternverzweigtes Molekül kann durch die unten angegebene, vereinfachte Formel (VI) dargestellt werden, worin X ein Kern mit sechs reaktiven Stellen ist, D ein linearer oder verzweigter Kettenextender mit zwei reaktiven Stellen ist und T eine Kettentermination oder eine geeignete terminale Funktion oder Stelle ist.

Formel (VI)



[0017] Das thermoplastische Polymer oder Copolymer des thermoplastischen Compoundmaterials gemäß der vorliegenden Erfindung ist vorteilhafterweise ein thermoplastisches Pffropfpolymer oder -copolymer, beste-

hend aus zumindest einem ungesättigten Monomer gepropft auf ein thermoplastisches Polymer oder Copolymer, wobei das Polymer oder Copolymer mit mindestens einer, bevorzugt endständigen reaktiven Stelle (F_1) ausgestattet ist. Das Monomer ist in diesen Ausführungsformen vorzugsweise eine ungesättigte Verbindung mit zumindest einer C=C-Bindung und zumindest einer reaktiven Hydroxyl-, Epoxid-, Carboxyl-, Anhydrid-, Amin-, Amid-, Imid-, Cyano- oder Sulfonat-Gruppe, zum Beispiel Acrylsäure, Methacrylsäure, Crotonsäure, Maleinsäureanhydrid, Fumarsäure, Hydroxyalkylacrylat, Hydroxyalkylmethacrylat oder Acrylonitril.

[0018] Das thermoplastische Polymer oder Copolymer hat in verschiedenen bevorzugten Ausführungsformen ein Molekulargewicht von 500 bis 500000, zum Beispiel 1000 bis 100000 oder 5000 bis 50000, und ist aus der Polymergruppe ausgewählt, die besteht aus:

- i) Polyalkylen,
- ii) Poly(alkylenoxid),
- iii) Poly(oxyalkylen),
- iv) Poly(halogenalkylen),
- v) Poly(alkylenphthalat oder -terephthalat),
- vi) Poly(phenyl oder phenylen)
- vii) Poly(phenylenoxid oder sulfid)
- viii) Poly(vinylacetat),
- ix) Poly(vinylalkohol),
- x) Poly(vinylhalogenid),
- xi) Poly(vinylidenhalogenid),
- xii) Poly(vinylnitril),
- xiii) Polyamid,
- xiv) Polyimid,
- xv) Polycarbonat,
- xvi) Polysiloxan,
- xvii) Poly(acryl- oder methacrylsäure),
- xviii) Poly(acrylat oder methacrylat),
- xix) einem natürlichen Polymer, wie Cellulose oder einem Derivat davon, und
- xx) einem synthetischen Polymer, wie einem synthetischen Kautschuk; oder

ist ein thermoplastisches Copolymer, wobei das Copolymer mindestens ein Monomer umfaßt, das identisch mit einem beliebigen Monomer, das in den Polymeren enthalten ist, ist.

[0019] Beispiele für die obigen Polymeren können sein:

Celluloseacetat, Cellulosepropionat, Celluloseacetatbutyrat, Celluloseacetatpropionat, Carboxymethylcellulose, Cellulosenitrat, Alkylcellulose, Polyamid, Polybutylen, Poly(butylenterephthalat), Polyethylen, Poly(ethylenoxid), Poly(chlortrifluorethylen), Poly(diallylphthalat), Poly(ethylenerephthalat), Polyisobutylen, Poly(methylmethacrylat), Poly(4-methylpentylen), Poly(oxymethylen), Polypropylen, Poly(propylenoxid), Poly(phenylensulfon), Polystyrol, Poly(tetrafluorethylen), Poly(vinylacetat), Poly(vinylalkohol), Poly(vinylbutyral), Poly(vinylchlorid), Poly(vinylidenchlorid), Poly(vinylidenfluorid), Poly(vinylfluorid), Poly(vinylformiat), Poly(vinylcarbazol), Poly(vinylpyrrolidon), Poly(acrylonitrilbutadienstyrol), Poly(acrylonitrilmethylmethacrylat), Poly(acrylonitrilmethylmethacrylat), Poly(acrylonitrilstyrolacrylat), Poly(ethylenethylacrylat), Poly(ethylenpropylen), Poly(ethylenvinylacetat), Poly(tetrafluorethylenhexafluorpropylen), Poly(styrolbutadien), Poly(styrol- α -methylstyrol), Poly(vinylchloridethylen), Poly(vinylchloridethylenmethacrylat), Poly(vinylchloridmethylacrylat), Poly(vinylchloridvinylacetat), Poly(vinylchloridvinylidenchlorid), Poly(diallylisophthalat).

[0020] Die Kerne des hochverzweigten dendritischen Makromoleküls, das im thermoplastischen Compoundmaterial der vorliegenden Erfindung enthalten ist, ist in äußerst bevorzugter Weise ein ein-, zwei-, drei- oder mehrwertiger Alkohol oder ist ein Alkoxyat davon, das heißt ein Reaktionsprodukt zwischen einem ein-, zwei-, drei- oder mehrwertigen Alkohol und einem Alkylenoxid, zum Beispiel Ethylenoxid, Propylenoxid, Butylenoxid und/oder Phenylethylenoxid. Geeignete Alkohole und Alkoxyate umfassen 5-Ethyl-5-hydroxymethyl-1,3-dioxan, 5,5-Dihydroxymethyl-1,3-dioxan, Ethylenglykol, Diethylenglykol, Triethylenglykol, Propylenglykol, Dipropylenglykol, Pentandiol, Neopentylglykol, 1,3-Propandiol, 2-Methyl-2-propyl-1,3-propandiol, 2-Ethyl-2-butyl-1,3-propandiol, Cyclohexandimethanol, Trimethylolpropan, Trimethyloläthan, Glycerin, Erythritol, Anhydroenna-heptitol, Ditrithylolpropan, Ditrithyloläthan, Pentaerythritol, Methylglucosid, Dipentaerythritol, Tri-pentaerythritol, Glucose, Sorbitol, ethoxyliertes Trimethyloläthan, propoxyliertes Trimethyloläthan, ethoxyliertes Trimethylolpropan, propoxyliertes Trimethylolpropan, ethoxyliertes Pentaerythritol und propoxyliertes Pentaerythritol.

[0021] Der Kern des hochverzweigten dendritischen Makromoleküls ist in weiter bevorzugten Ausführungsformen ein mono-, di-, tri- oder polyfunktionelles Epoxid, das vorzugsweise aus der Gruppe ausgewählt ist, die besteht aus:

- i) Glycidylestern monofunktioneller Carbonsäuren mit 1 bis 24 Kohlenstoffatomen;
- ii) Glycidylethern einwertiger Alkohole mit 1 bis 24 Kohlenstoffatomen;
- iii) Glycidylethern von di-, tri- oder mehrwertigen Alkoholen;
- iv) Mono-, Di- oder Triglycidyl-substituierten Isocyanuraten;
- v) Glycidylethern von Kondensationsprodukten zwischen zumindest einem Phenol und zumindest einem Aldehyd oder Oligomeren solcher Kondensationsprodukte;
- vi) Glycidylethern von Kondensationsprodukten zwischen zumindest einem Phenol und zumindest einem Keton oder Oligomeren solcher Kondensationsprodukte; und
- vii) Glycidylethern von Reaktionsprodukten zwischen zumindest eines ein-, zwei-, drei- oder mehrwertigen Alkohol und Ethylenen, Propylen, Butylen und/oder Phenylethylenoxid.

[0022] Der Kern des hochverzweigten dendritischen Makromoleküls ist in noch weiteren Ausführungsformen eine Carboxy-funktionelle Verbindung, die vorzugsweise aus der Gruppe ausgewählt ist, die besteht aus:

- i) ein-, zwei-, drei- oder polyfunktionellen gesättigten Carbonsäuren oder -anhydriden;
- ii) ein-, zwei-, drei- oder polyfunktionellen ungesättigten Carbonsäuren oder -anhydriden;
- iii) Carboxy-funktionellen Addukten von ein-, zwei-, drei- oder polyfunktionellen gesättigten Carbonsäuren oder -anhydriden; und/oder
- iv) Carboxy-funktionellen Addukten von ein-, zwei-, drei- oder polyfunktionellen ungesättigten Carbonsäuren oder -anhydriden.

[0023] Außerdem umfassen geeignete und in bestimmten Ausführungsformen bevorzugte Kerne ein-, zwei-, drei- oder polyhydroxyfunktionelle Carbonsäuren oder Anhydride, zum Beispiel 2,2-Dimethylolpropionsäure, α,α -Bis(hydroxymethyl)buttersäure, α,α,α -Tris(hydroxymethyl)essigsäure, α,α -Bis(hydroxymethyl)valeriansäure, α,α -Bis(hydroxy)propionsäure, 3,5-Dihydroxybenzoesäure oder α,β -Dihydroxypropionsäure. Diese Kerne können ein Dendron oder mehrere Dendrone, die aus hydroxyfunktionellen Carbonsäuren oder -anhydriden produziert wurden angefügt werden, und diese Kerne können umgesetzt werden, wodurch das hochverzweigte dendritische Makromolekül aus einer einzelnen Monomerspezies zusammengesetzt sein kann.

[0024] Der Verzweigungskettenextender des hochverzweigten dendritischen Makromoleküls ist in bevorzugten Ausführungsformen mindestens eine Verbindung, ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus:

- i) einer aliphatischen zwei-, drei- oder mehrhydroxyfunktionellen gesättigten oder ungesättigten einwertigen Carbonsäure oder ihrem Anhydrid,
- ii) einer cycloaliphatischen zwei-, drei- oder mehrhydroxyfunktionellen gesättigten oder ungesättigten einwertigen Carbonsäure oder ihrem Anhydrid,
- iii) einer aromatischen zwei-, drei- oder mehrhydroxyfunktionellen einwertigen Carbonsäure oder ihrem Anhydrid,
- iv) einer aliphatischen monohydroxyfunktionellen gesättigten oder ungesättigten zwei-, drei- oder mehrwertigen Carbonsäure oder einem Anhydrid davon,
- v) einer cycloaliphatischen monohydroxyfunktionellen gesättigten oder ungesättigten zwei-, drei- oder mehrwertigen Carbonsäure oder einem Anhydrid davon,
- vi) einer aromatischen monohydroxyfunktionellen zwei-, drei- oder mehrwertigen Carbonsäure oder einem Anhydrid und
- vii) einem Ester hergestellt aus zwei oder mehr der hydroxyfunktionellen Carbonsäuren oder einem Anhydrid davon.

[0025] Hydroxyfunktionellen Säuren sind als Verzweigungskettenextender besonders bevorzugt und als Beispiele können geeigneterweise genannt werden:

2,2-Dimethylolpropionsäure, α,α -Bis(hydroxymethyl)buttersäure, α,α,α -Tris(hydroxymethyl)essigsäure, α,α -Bis(hydroxymethyl)valeriansäure, α,α -Bis(hydroxy)propionsäure, 3,5-Dihydroxybenzoesäure, α,β -Dihydroxypropionsäure, Heptonsäure, Zitronensäure, d- oder l-Weinsäure, Dihydroxymalonsäure und/oder d-Glucosäure.

[0026] Der optionale Abstandskettenextender des hochverzweigten dendritischen Makromoleküls ist geeigneterweise und vorzugsweise eine aliphatische, cycloaliphatische oder aromatische monohydroxyfunktionelle Monocarbonsäure oder -anhydrid oder ein innerer Ether einer monohydroxyfunktionellen Monocarbonsäure, zum Beispiel ein Lacton. Abstandskettenextender umfassen solche Verbindungen wie Hydroxyessigsäure, Hydroxyvaleriansäure, Hydroxypropionsäure, Hydroxypivalinsäure, Glycolid, δ -Valerolacton, β -Propiolacton und

ϵ -Caprolacton.

[0027] Verzweigungs- oder Abstandskettenextender können außerdem geeigneterweise Reaktionsprodukte zwischen zumindest einer zwei-, drei- oder Polycarbonsäure oder einem -anhydrid davon und zumindest einem Epoxid, vorzugsweise ein Glycidylester oder -ether, umfassend mindestens eine Alkenyl-Gruppe, zum Beispiel Glycidylacrylat, Glycidylmethacrylat und Allylglycidylether, sein.

[0028] Die optionale Kettenbeendigung des hochverzweigten dendritischen Makromoleküls wird vorzugsweise mittels eines Kettenstoppers mit 1 bis 24 Kohlenstoffatomen durchgeführt. Der optionale Kettenstopper ist geeigneterweise ausgewählt aus der Gruppe, bestehend aus:

- i) einer aliphatischen oder cycloaliphatischen gesättigten oder ungesättigten einwertigen Carbonsäure oder eines Anhydrids,
- ii) einer gesättigten oder ungesättigten Fettsäure oder eines Anhydrids,
- iii) einer aromatischen einwertigen Carbonsäure oder eines Anhydrids,
- iv) einem Diisocyanat, einem Oligomer oder einem Addukt davon,
- v) einem Glycidylester einer einwertigen Carbonsäure oder eines Anhydrids,
- vi) einem Glycidylether eines einwertigen Alkohols,
- vii) einem Addukt einer aliphatischen oder cycloaliphatischen gesättigten oder ungesättigten ein-, zwei-, drei- oder mehrwertigen Carbonsäure oder eines Anhydrids,
- viii) einem Addukt aus einer aromatischen ein-, zwei-, drei- oder mehrwertigen Carbonsäure oder einem Anhydrid,
- ix) einem Epoxid einer ungesättigten einwertigen Carbonsäure oder einem entsprechenden Triglycerid, wobei die Säure 3 bis 24 Kohlenstoffatome hat,
- x) einem aliphatischen oder cycloaliphatischen gesättigten oder ungesättigten einwertigen Alkohol, xi) einem aromatischen einwertigen Alkohol,
- xii) einem Addukt eines aliphatischen oder cycloaliphatischen gesättigten oder ungesättigten ein-, zwei-, drei- oder mehrwertigen Alkohols und/oder
- xiii) einem Addukt eines aromatischen ein-, zwei-, drei- oder mehrwertigen Alkohols.

[0029] Der Kettenstopper ist geeigneterweise ausgewählt aus Ameisensäure, Essigsäure, Propionsäure, Butansäure, Hexansäure, Acrylsäure, Methacrylsäure, Crotonsäure, Laurinsäure, Leinfettsäure, Sojafettsäure, Tallölfettsäure, dehydrierte Castorfettsäure, Capbonsäure, Caprylsäure, Benzoessäure, Behensäure, Montansäure, p-tert-Butylbenzoessäure, Abietinsäure, Sorbinsäure, 1-Chlor-2,3-epoxypropan, 1,4-Dichlor-2,3-epoxybutan, epoxidierte Sojafettsäure, Trimethylolpropandiallylethermaleat, 5-Methyl-5-hydroxymethyl-1,3-dioxan, 5-Ethyl-5-hydroxymethyl-1,3-dioxan, Glyceroldiallylether, Trimethylolpropandiallylether, Pentaerythritoltriallylether, Pentaerythritoltriacylat, Pentaerythritoltriethoxylatriacylat, Phenylisocyanat, Toluol-2,4-diisocyanat, Toluol-2,6-diisocyanat, Hexamethylendiisocyanat und/oder Isophorondiisocyanat.

[0030] Die reaktive oder pfpfbbare Stelle (F_2) des hochverzweigten dendritischen Makromoleküls wird vorteilhafterweise durch Funktionalisierung, zum Beispiel Addition, Oxidation, Epoxidierung und/oder Allylierung, des hochverzweigten dendritischen Makromoleküls und/oder seine optionale Kettenbeendigung erhalten. Diese Funktionalisierung wird vorzugsweise unter Verwendung eines Epihalogenhydrins, zum Beispiel Epichlorhydrin; eines Allylhalogenids, zum Beispiel Allylchlorid oder Allylbromid; oder eines Acrylonitrils, was zumindestens zu einer Cyano-Gruppe führt, durchgeführt. Weitere geeignete und bevorzugte Funktionalisierungen umfassen die Addition von zumindest einem ungesättigten Anhydrid an eine nukleophile Endgruppe, wie $-O^-$ oder $-N_2^-$ oder eine Michael-Addition zumindest eines ungesättigten Anhydrids, zum Beispiel Maleinsäureanhydrid, an eine Unsättigung innerhalb des hochverzweigten dendritischen Makromoleküls und/oder seiner Kettenbeendigung. Eine Oxidation ist eine bevorzugte Funktionalisierung und wird geeigneterweise unter Verwendung eines Oxidationsmittels, wie einer Peroxy- oder einer Halogenperoxysäure oder eines Anhydrids davon durchgeführt; Beispiele dafür können Peroxyameisensäure, Peroxyessigsäure, Peroxybenzoessäure, m-Chlorperoxybenzoessäure, Trifluorperoxyessigsäure und/oder Gemische davon oder damit sein. Eine Oxidation kann zum Beispiel zu sekundären Epoxid-Gruppen führen.

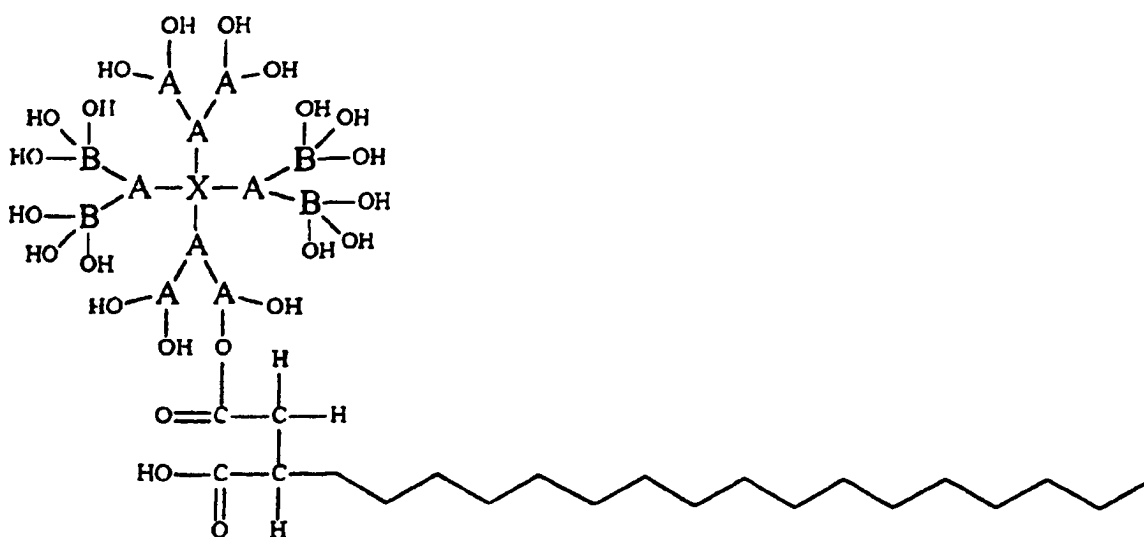
[0031] Die am meisten bevorzugte Ausführungsform des thermoplastischen Compoundmaterials der vorliegenden Erfindung ist ein lineares oder verzweigtes thermoplastisches Polymer oder Copolymer, das mit zumindest einer reaktiven funktionellen Stelle (F_1), vorzugsweise einer Anhydrid-Gruppe, ausgestattet ist, an die das hochverzweigte dendritische Makromolekül, das mit zumindest einer reaktiven funktionellen Stelle (F_2), die vorzugsweise eine Hydroxyl-Gruppe oder Epoxid-Gruppe ist, ausgestattet ist, gebunden ist. Äußerst geeignete Alternativen zu den obigen Ausführungsformen sind ein lineares oder verzweigtes thermoplastisches Polymer oder Copolymer, das mit zumindest einer pfpfbbaren Stelle (F_1) ausgestattet ist, wobei auf das Polymer oder

Copolymer zumindest ein hochverzweigtes dendritisches Makromolekül, ausgestattet mit zumindest einer reaktiven oder pfropfbaren Stelle (F_2), die eine Alkenyl-Gruppe ist, aufgepfropft ist. Das Pfropfen wird geeigneterweise durch ein beliebiges der gutbekannten Pfropfverfahren, zum Beispiel Radikal-initiierte Pfropfpolymerisation, die der Radikal-induzierten Vulkanisation eng verwandt ist, Aktivierungspfropfen, bei dem reaktive Stellen am Polymersubstrat durch Absorption von Strahlungsenergie erzeugt werden, und Transferpfropfen, durchgeführt.

[0032] Die am meisten bevorzugte Ausführungsform kann durch die unten angegebene vereinfachte Formel (VII) dargestellt werden, worin eine mit Maleinsäureanhydrid gepfropfte Polyolefinkette der Formel (I) an eine zweite Generation eines dendritischen Makromoleküls mit Hydroxyl-Gruppen als terminalen Funktionen gebunden ist. Der Kern X und die Kettenextender A und B sind wie für Formel (III) definiert und



bezeichnet eine Polyolefinkette.



[0033] Hochverzweigte dendritische Makromoleküle, die aus Ester- oder Polyestereinheiten, gegebenenfalls in Kombination mit Ether- oder Polyethereinheiten, aufgebaut sind, wie sie in der vorliegenden Erfindung verwendet werden, kombinieren hohes Molekulargewicht, hohe Reaktivität und niedrige Viskosität. Sie bieten ein hohes Potential als Kompatibilisierungsmittel oder als Komponenten in Kompatibilisierungsmitteln und können so angepaßt werden, daß sie in verschiedenen Materialsystemen die gewünschten Eigenschaften erreichen, indem die Hüllenchemie modifiziert wird. In zum Beispielen thermoplastischen Verbundstoffen beinhaltet ein Einbau der hochverzweigten dendritischen Moleküle eine erhöhter Kontrolle beispielsweise der Matrix/Füllstoff-Grenzflächeneigenschaften, der Füllstoffdispersion, Viskosität und der Faserbenetzung. Die mechanischen Eigenschaften und die Verarbeitbarkeit können durch Kontrolle dieser Parameter optimiert werden.

[0034] Nach einem weiteren Aspekt bezieht sich die vorliegende Erfindung auf eine thermoplastische Zusammensetzung, die zwei oder mehr Komponenten umfaßt, wobei zumindest eine ein thermoplastisches Compoundmaterial, wie es vorstehend offenbart ist, vorzugsweise in einer Menge von 0,001 bis 75 Gew.-%, zum Beispiel 0,01 bis 30 Gew.-%, der Zusammensetzung ist.

[0035] Die Zusammensetzung umfaßt vorzugsweise und zusätzlich zu dem thermoplastischen Compoundmaterial zumindest ein Verstärkungsmaterial, zum Beispiel Glasfasern oder Glaspartikel, wobei das Material geeigneterweise zum Beispiel mit zumindest einem Silan, zum Beispiel Methacrylsilan und/oder Aminosilan oberflächenbehandelt ist. Weitere zusätzliche Komponenten umfassen zumindest ein thermoplastisches Polymer oder Copolymer, ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus:

- i) Polyalkylen,
- ii) Poly(alkylenoxid),
- iii) Poly(oxyalkylen),
- iv) Poly(halogenalkylen),
- v) Poly(alkylenphthalat oder -terephthalat),
- vi) Poly(phenyl oder phenylen)
- vii) Poly(phenylenoxid oder sulfid)
- viii) Poly(vinylacetat),

- ix) Poly(vinylalkohol),
- x) Poly(vinylhalogenid),
- xi) Poly(vinylidenhalogenid),
- xii) Poly(vinylnitril),
- xiii) Polyamid,
- xiv) Polyimid,
- xv) Polycarbonat,
- xvi) Polysiloxan,
- xvii) Poly(acryl- oder methacrylsäure),
- xviii) Poly(acrylat oder methacrylat),
- xix) einem natürlichen Polymer, wie Cellulose oder einem Derivat davon, und
- xx) einem synthetischen Polymer, wie einem synthetischen Kautschuk; oder

ein thermoplastisches Copolymer, wobei das Copolymer mindestens ein Monomer umfaßt, das identisch ist mit einer beliebigen Monomer dieser Polymeren, wobei das Polymer in dem thermoplastischen Compoundmaterial gemäß der Erfindung enthalten sein kann und das zusätzliche Polymer gleich oder verschieden sein kann.

[0036] Die thermoplastische Zusammensetzung der vorliegenden Erfindung kann in verschiedenen Ausführungsformen mindestens ein Pigment und/oder mindestens ein füllendes modifizierendes, verstärkendes, flammhemmendes und/oder schmierendes Additiv umfassen. Diese Additive umfassen in bevorzugten Ausführungsformen einen Mineralstoff, zum Beispiel Kreide, Glimmer oder Graphit, und/oder das Additiv ist aus der Gruppe, bestehend aus Cellulose, Glasteilchen, Glasfasern, Kohlefasern, Aramidfasern, Stahlfasern und/oder thermoplastischen Fasern ausgewählt.

[0037] Die in der thermoplastischen Zusammensetzung der vorliegenden Erfindung enthaltenen thermoplastischen Komponenten können individuell in Form von Pellets, Körnern, Pulvern, Stäben, Folien und Blöcken vorliegen. Die Komponenten, Thermoplasten wie auch Nicht-Thermoplasten werden vorteilhafterweise und in einfacher Weise durch Coextrudieren, Compoundieren, Vermahlen oder andere Verarbeitungstechniken vermischt, um eine Mischung zu ergeben. Die Zusammensetzung ist in speziell bevorzugten Ausführungsformen somit ein homogenes Material oder eine homogene Mischung und kann geeigneterweise unter Bildung von Pellets, Pulver, Körnchen, Stäben, Folien und Blöcken produziert werden.

[0038] In noch einem weiteren Aspekt bezieht sich die vorliegende Erfindung auf einen thermoplastischen Artikel, der aus einem oder mehreren thermoplastischen Compoundmaterialien hergestellt ist, wobei zumindest eine das thermoplastische Compoundmaterial gemäß der Erfindung, wie es vorher offenbart wurde, ist, wobei das Compoundmaterial vorzugsweise mit einem oder mehreren linearen oder verzweigten thermoplastischen Polymeren oder Copolymeren und/oder einer oder mehreren thermoplastischen Zusammensetzungen, umfassend ein oder mehrere lineare oder verzweigte thermoplastische Polymere oder Copolymere, kombiniert ist. Diese zusätzlichen Polymere oder Copolymere werden geeigneterweise aus der Gruppe ausgewählt, die besteht aus:

- i) Polyalkylen,
- ii) Poly(alkylenoxid),
- iii) Poly(oxyalkylen),
- iv) Poly(halogenalkylen),
- v) Poly(alkylenphthalat oder -terephthalat),
- vi) Poly(phenyl oder phenylen)
- vii) Poly(phenylenoxid oder sulfid)
- viii) Poly(vinylacetat),
- ix) Poly(vinylalkohol),
- x) Poly(vinylhalogenid),
- xi) Poly(vinylidenhalogenid),
- xii) Poly(vinylnitril),
- xiii) Polyamid,
- xiv) Polyimid,
- xv) Polycarbonat,
- xvi) Polysiloxan,
- xvii) Poly(acryl- oder methacrylsäure),
- xviii) Poly(acrylat oder methacrylat),
- xix) einem natürlichen Polymer, wie Cellulose oder einem Derivat davon, und

xx) einem synthetischen Polymer, wie einem synthetischen Kautschuk; oder

sie sind thermoplastische Copolymere, die mindestens ein Monomer umfassen, das mit einem Monomer der Polymeren identisch ist.

[0039] Der thermoplastische Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist günstigerweise mit Teilchen und/oder Fasern wie Cellulose, Kalk, Glimmer, Glasteilchen, Glasfasern, Kohlenfasern, Graphitfasern, Aramidfasern, Stahlfasern und/oder thermoplastischen Fasern verstärkt. Ein thermoplastisches Fasermaterial besteht geeigneterweise aus mindestens einem thermoplastischen Polymer oder Copolymer, ausgewählt aus derselben Polymergruppe wie die zusätzlichen Polymere und/oder Copolymere, oder umfaßt mindestens eins davon. Verstärkungsteilchen und -fasern sind vorteilhafterweise Glasteilchen oder Glasfasern, die vorteilhafterweise zum Beispiel mit mindestens einem Silan, zum Beispiel Methacrylsilan und/oder Aminosilan, oberflächenbehandelt sind.

[0040] Die Eigenschaften des thermoplastischen Compoundmaterials erleichtern die Herstellung von Gegenständen, die mehr oder weniger inkompatible Materialien umfassen, zum Beispiel verschiedene Verbundstrukturen, und eine Einarbeitung von Verstärkungsmaterialien, ungeachtet der Polarität. Der thermoplastische Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist somit vorteilhafterweise:

- a) laminiert, foliengeformt oder durch andere Mittel aufgetragen, um eine Verbundstruktur mit mindestens einem zusätzlichen thermoplastischen Compoundmaterial oder einer thermoplastischen Zusammensetzung, die zumindest ein thermoplastisches Polymer oder Copolymer, zum Beispiel ausgewählt aus den vorher definierten Polymer- und Copolymergruppen, umfaßt, zu erhalten;
- b) laminiert, foliengeformt oder durch andere Mittel aufgetragen, um eine Verbundstruktur in Form einer Deckschicht, einer Unterschicht oder einer Zwischenschicht mit zumindest einem Metall, zum Beispiel Kupfer, Zinn, Aluminium, Nickel, Chrom, zu erhalten;
- c) laminiert, foliengeformt oder durch andere Mittel aufgetragen, um eine Verbundstruktur in Form einer Deckschicht, einer Unterschicht oder einer Zwischenschicht mit zumindest einem Substrat auf Cellulosebasis zu erhalten; und/oder
- d) laminiert, foliengeformt oder durch andere Mittel aufgetragen, um eine Kompositstruktur in Form einer Deckschicht, einer Unterschicht oder einer Zwischenschicht mit mindestens einem warmhärtenden Material oder warmhärtenden Verbundmaterial zu erhalten.

[0041] Ein Duroplast oder ein duroplastisches Kompositmaterial, wie es unter Abschnitt d) oben definiert ist, umfaßt vorzugsweise zumindest ein duroplastisches Harz, ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus:

- i) einem kettenbeendeten hochverzweigten dendritischen Makromolekül vom Polyestertyp mit zumindest einer primären oder sekundären reaktiven Stelle, die zum Beispiel eine Epoxid-Gruppe, eine Amino-Gruppe, eine Alkenyl-Gruppe oder eine Anhydrid-Gruppe ist, die bevorzugt durch Kettenbeendigung des Makromoleküls erhalten wurde,
- ii) einem monomeren oder polymeren Epoxid,
- iii) einem gummimodifizierten monomeren oder polymeren Epoxid,
- iv) einem gesättigten oder ungesättigten Ester,
- v) einem gesättigten oder ungesättigten Polyester,
- vi) einem hydroxyfunktionellen gesättigten oder ungesättigten Ester,
- vii) einem hydroxyfunktionellen gesättigten oder ungesättigten Polyester,
- viii) Polyaminen oder Polyamiden,
- ix) Bismaleimiden,
- x) Phenol-Formaldehydharzen,
- xi) phenolischen Aminoharzen,
- xii) Polyimiden oder Polyetherimiden,
- xiii) Melamin-Formaldehydharz,
- xiv) Harnstoff-Formaldehydharzen,
- xv) Isocyanaten und
- xvi) Urethanen oder Polyurethanen mit einer der funktionellen Gruppen -OH, -COOH oder -NCO;

wobei das thermoplastische Harz optional zumindest ein Vernetzungsmittel, einen Katalysator, einen Inhibitor und/oder einen Stabilisator umfaßt.

[0042] Der thermoplastische Artikel der vorliegenden Erfindung ist geeigneterweise und vorzugsweise ein halbfertiger oder fertiger Artikel, ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus:

- i) Luftfahrtgütern und -artikeln,

- ii) nautischen Gütern und Artikeln,
- iii) Halshaltsgütern und -artikeln,
- iv) Innen- und Außenbaumaterialien und -artikeln,
- v) Gütern und Artikeln für Autos,
- vi) Sportgütern und -artikeln,
- vii) Freizeit- und Gebrauchsgütern und -artikeln und
- viii) elektrischen und elektronischen Gütern und Artikeln.

[0043] Diese und andere Aufgaben und die erwarteten Vorzüge werden aus der folgenden detaillierten Beschreibung, die in Verbindung mit der Ausführungsform der Beispiele 1 bis 33 betrachtet wird, vollständiger verstanden. Ohne weitere Ausarbeitung wird angenommen, daß der Fachmann unter Anwendung der vorgehenden Beschreibung die vorliegende Erfindung in vollem Ausmaß ausnützen kann. Die folgenden bevorzugten spezifischen Ausführungsformen werden daher lediglich als erläuternd und in keiner Weise beschränkend für den Rahmen der Erfindung angeführt. Die Beispiele 1 bis 33 offenbaren:

- | | |
|--------------|---|
| Beispiel 1: | Zweite Generation eines hochverzweigten dendritischen Polyestermakromoleküls. |
| Beispiel 2: | Thermoplastisches Compoundmaterial, das mit Maleinsäureanhydrid gepropftes Polypropylen und das Makromolekül von Beispiel 1 umfaßt. |
| Beispiel 3: | Thermoplastisches Compoundmaterial, das mit Maleinsäureanhydrid gepropftes Polypropylen und das Makromolekül von Beispiel 1 umfaßt. |
| Beispiel 4: | Thermoplastische Zusammensetzung, die ein thermoplastisches Compoundmaterial ähnlich Beispiel 2 umfaßt. |
| Beispiel 5: | Thermoplastische Zusammensetzung, die ein thermoplastisches Compoundmaterial ähnlich Beispiel 3 umfaßt. |
| Beispiel 6: | Thermoplastische Vergleichszusammensetzung. |
| Beispiel 7: | Gemischte thermoplastische Zusammensetzungen, die die Zusammensetzung von Beispiel 4 umfassen. |
| Beispiel 8: | Gemischte thermoplastische Zusammensetzungen, die die Zusammensetzung von Beispiel 5 umfassen. |
| Beispiel 9: | Gemischte thermoplastische Zusammensetzungen, die die Zusammensetzung von Beispiel 6 umfassen. |
| Beispiel 10: | Spritzgießen der Zusammensetzungen der Beispiele 7 bis 9 und reinem Polyamid. |
| Beispiel 11: | Zugmodul der in Beispiel 10 produzierten Proben. |
| Beispiel 12: | Laminierung von Proben, die in Beispiel 10 produziert wurden, und Bestimmung der kritischen Verformungsenergiefreisetzungsrates der erhaltenen Lamine. |
| Beispiel 13: | Thermoplastische Zusammensetzung, die ein mit Mineralstoff gefülltes Polypropylen und thermoplastische Compoundmaterialien ähnlich denen der Beispiele 2 und 3 umfaßt, wobei das Compoundieren einmal durchgeführt wurde. |
| Beispiel 14: | Wie Beispiel 13. Das Compoundieren wurde zweimal durchgeführt. |

- Beispiel 15: Thermoplastische Vergleichszusammensetzung, die ein mit Mineralstoff gefülltes Polypropylen umfaßt.
- Beispiel 16: Spritzgießen der Zusammensetzungen der Beispiele 13 bis 15.
- Beispiel 17: Zugmodul und Dehnspannung der in Beispiel 16 produzierten Proben.
- Beispiel 18: Thermoplastisches Compoundmaterial, das mit Maleinsäureanhydrid gepropftes Polypropylen und das Makromolekül von Beispiel 1 umfaßt.
- Beispiel 19: Thermoplastische Zusammensetzung, die das thermoplastische Compoundmaterial von Beispiel 18, Polypropylen und Glasfasern umfaßt.
- Beispiel 20: Thermoplastische Vergleichszusammensetzung, die mit Maleinsäureanhydrid gepropftes Polypropylen, Polypropylen und Glasfasern umfaßt.
- Beispiel 21: Thermoplastische Vergleichszusammensetzung aus Polypropylen und Glasfasern.
- Beispiel 22: Dehnspannung und "chappy"-Schlagzähigkeit von Proben, produziert aus den Zusammensetzungen der Beispiele 19 bis 21.
- Beispiel 23: Dritte Generation eines hochverzweigten dendritischen Polyestermakromoleküls.
- Beispiel 24: Kettenbeendigung der dritten Generation eines hochverzweigten dendritischen Polyestermakromoleküls von Beispiel 23.
- Beispiel 25: Funktionalisierung des ketteterminierten hochverzweigten dendritischen Polyestermakromoleküls von Beispiel 24.
- Beispiel 26: Vergleich des rheologischen Verhaltens zwischen reinem Polypropylen, einer Mischung, die Polypropylen und mit Maleinsäureanhydrid gepropftes Polypropylen umfaßt, und einer Mischung, die Polypropylen, mit Maleinsäureanhydrid gepropftes Polypropylen und geringe Mengen des funktionalisierten, ketteterminierten, hochverzweigten dendritischen Makromoleküls von Beispiel 25 umfaßt.

Beispiel 27:	Verringerung der Grenzflächenspannung zwischen Polypropylen- und Polyamidphasen, wenn Mischungen verwendet werden, die Grenzflächenpromotoren gemäß der Erfindung enthalten.
Beispiel 28:	Bindung zwischen einem mit Maleinsäureanhydrid gepfropften Polypropylen und dem epoxifynktonellen Produkt, das in Beispiel 25 erhalten wurde.
Beispiel 29:	Wirkung der Zugfestigkeit und der Restfestigkeit nach "Cracking" für ein Glasmatten-Thermoformungs(GMT)-Material.
Beispiel 30:	Grenzflächeneigenschaften zwischen Polypropylenmischungen und Poly(methylmethacrylat).
Beispiel 31:	Adhäsion zwischen einer Polypropylenmischung ohne und mit einem Polypropylen, das mit einem hochverzweigten dendritischen Polyester komponiert ist.
Beispiel 32:	Reaktion zwischen partiell abgebautem Polypropylen, das reaktive Gruppen enthält, und dem hydroxyfunktionalen hochverzweigten dendritischen Polyester nach Beispiel 23.
Beispiel 33:	Kritische Verformungsenergiefreisetzungsrates in druckgeformten Platten aus einer Polypropylenmischung, die eine thermoplastische Zusammensetzung gemäß der vorliegenden Erfindung enthält, und einer Polyamidplatte.

Beispiel 1

[0044] Ein hochverzweigtes dendritisches Polyestermakromolekül wurde aus ethoxyliertem Pentaerythritol und 2,2-Dimethylolpropionsäure hergestellt.

[0045] 308,9 g (0,85 mol) Pentaerythritpentaethoxylat (Polyol PP50, Perstorp Polyols, Schweden), 460,5 g (3,42 mol), 2,2-Dimethylolpropionsäure (Bis-MPA, Perstorp Polyols, Schweden) und 0,46 g (0,004 mol) H_2SO_4 (96 Gew.-%) wurden in einen Vierhalsreaktionskolben, der mit einem Rührer, Manometer, Kühler und einem Sammelgefäß ausgestattet war, gefüllt. Die Temperatur wurde auf 120°C erhöht, wobei bei dieser Temperatur 2,2-Dimethylolpropionsäure zu schmelzen begann, und Veresterungswasser gebildet wurde. Die Temperatur wurde danach während 20 Minuten auf 140°C erhöht, was eine transparente Lösung ergab, wobei ein Vakuum von 30 bis 50 mmHg angewendet wurde. Die Reaktion wurde unter Rühren 4 Stunden lang ablaufen gelassen, wonach der Säurewert mit 7,0 mg KOH/g bestimmt wurde. 460,5 g (6,84 mol) 2,2-Dimethylolpropionsäure und 0,7 g (0,007 mol) H_2SO_4 (96 Gew.-%) wurden nun während 15 Minuten dem Reaktionsgemisch zugesetzt. Als die eingefüllte 2,2-Dimethylolpropionsäure sich aufgelöst hatte, wurde ein Vakuum von 30 bis 50 mmHg angelegt. Die Reaktion wurde für weitere 4 Stunden ablaufen gelassen, was zu einer Endsäurezahl von ungefähr 10 mg KOH/g führte.

[0046] Das erhaltene hochverzweigte dendritische Makromolekül der zweiten Generation wies die folgenden Eigenschaften auf:

Säurezahl, mg KOH/g:	10,2
Hydroxylzahl, mg KOH/g:	500
Molekulargewicht, g/mol:	1824

Beispiel 2

[0047] Ein thermoplastisches Compoundmaterial wurde aus einem mit Maleinsäureanhydrid gepfropften Polypropylen und dem in Beispiel 1 erhaltenen hochverzweigten dendritischen Makromolekül hergestellt.

[0048] 40 g des hochverzweigten dendritischen Makromoleküls von Beispiel 1 wurden mit 3700 g eines im Handel verfügbaren Polypropylens, das mit Maleinsäureanhydrid gepfropft war (0,46 Gew.-%) und ein Molekulargewicht von 71090 hatte, vermischt. Das Gemisch wurde mit einem Doppelschneckenextruder bei einer Temperatur von 180°C und einer Schneckengeschwindigkeit von 50 Upm komponiert. Während des Extrusions

dierens erfolgte eine Reaktion zwischen den Maleinsäureanhydrid-Gruppen des Polypropylens und den Hydroxyl-Gruppen des hochverzweigten dendritischen Makromoleküls, wodurch das gefropfte Polypropylen an das Makromolekül gebunden wurde. Das Extrudat wurde schließlich pelletisiert. Das Compound führte zu keinen Verarbeitungsproblemen während des Extrudierens oder Pelletisierens.

Beispiel 3

[0049] Beispiel 2 wurde wiederholt, allerdings mit dem Unterschied, daß 50 g des hochverzweigten dendritischen Makromoleküls von Beispiel 1 verwendet wurden. Das Compound führte zu keinen Verarbeitungsproblemen während des Extrudierens oder Pelletisierens.

Beispiel 4

[0050] Aus einem mit Maleinsäureanhydrid gefropften Polypropylen, dem in Beispiel 1 erhaltenen hochverzweigten dendritischen Makromolekül und Polypropylen wurde eine thermoplastische Zusammensetzung hergestellt.

[0051] 40 g des hochverzweigten dendritischen Makromoleküls von Beispiel 1, 3700 g eines im Handel verfügbaren Polypropylens, das mit Maleinsäureanhydrid (0,46 Gew.-%) gefropft war und ein Molekulargewicht von 71090 hatte, und 16 305 g Polypropylen (Appryl 3050 NM1, Elf Atochem, SA, Schweiz) wurden vermischt. Das Gemisch wurde in einem Doppelschneckenextruder bei einer Temperatur von 180°C und einer Schneckengeschwindigkeit von 50 Upm compoundiert. Während des Extrudierens erfolgte eine Reaktion zwischen den Maleinsäureanhydrid-Gruppen des gefropften Polypropylens und den Hydroxyl-Gruppen der hochverzweigten dendritischen Makromoleküle, wodurch das gefropfte Polypropylen an das Makromolekül gebunden wurde und wodurch eine thermoplastische Zusammensetzung, die ein thermoplastisches Compoundmaterial ähnlich dem von Beispiel 2 und Polypropylen umfaßte, erhalten wurde. Das Extrudat wurde schließlich pelletisiert. Die Zusammensetzung führte zu keinen Verarbeitungsproblemen während des Extrudierens oder Pelletisierens.

Beispiel 5

[0052] Beispiel 4 wurde wiederholt, allerdings mit dem Unterschied, daß 50 g des hochverzweigten dendritischen Makromoleküls von Beispiel 1 und 6305 g Polypropylen verwendet wurden, was zu einer thermoplastischen Zusammensetzung führte, die ein thermoplastisches Compoundmaterial ähnlich dem von Beispiel 3 und Polypropylen umfaßte. Die Zusammensetzung führte zu keinen Verarbeitungsproblemen während des Extrudierens oder Pelletisierens.

Beispiel 6 – Vergleichsbeispiel

[0053] Eine thermoplastische Zusammensetzung wurde aus einem mit Maleinsäureanhydrid gefropften Polypropylen und Polypropylen hergestellt.

[0054] 739 g eines im Handel verfügbaren Polypropylens, das mit Maleinsäureanhydrid (0,46 Gew.-%) gefropft war und ein Molekulargewicht von 71090 hatte, wurde mit 3261 g Polypropylen (Appryl 3050 MN1, Elf Atochem SA, Schweiz) vermischt. Das Gemisch wurde bei einer Temperatur von 180°C und einer Schneckengeschwindigkeit von 50 Upm compoundiert, wodurch eine thermoplastische Zusammensetzung erhalten wurde, die das mit Maleinsäureanhydrid gefropfte Polypropylen und Polypropylen umfaßte. Das Extrudat wurde schließlich pelletisiert. Während des Extrudierens erfolgte keine Reaktion. Die Zusammensetzung verursachte keinerlei Verarbeitungsprobleme während des Extrudierens oder Pelletisierens.

Beispiel 7

[0055] Drei thermoplastische Mischzusammensetzungen wurden aus der in Beispiel 4 erhaltenen Polypropylenzusammensetzung und Polyamid hergestellt.

[0056] 3500 g der Zusammensetzung nach Beispiel 4 wurden mit 35 g (1 Gew.-%), 184 g (5 Gew.-%) und 617 g (15 Gew.-%) Polyamid 6 (Orgamide Resno, Elf Atochem SA, Schweiz) vermischt. Das Gemisch wurde in einem Doppelschneckenextruder bei einer Temperatur von 220°C und einer Schneckengeschwindigkeit von 40 Upm compoundiert, wodurch thermoplastische Mischzusammensetzungen erhalten wurden, die ein thermoplastisches Compoundmaterial gemäß der Erfindung, Polypropylen und Polyamid umfaßten. Das Extrudat

wurde schließlich pelletisiert. Die Zusammensetzung verursachte keinerlei Verarbeitungsprobleme während des Extrudierens oder Pelletisierens.

Beispiel 8

[0057] Beispiel 7 wurde wiederholt, außer daß 3500 g der Zusammensetzung gemäß Beispiel 5 anstelle von 3500 g der Zusammensetzung nach Beispiel 4 eingesetzt wurden. Die Zusammensetzungen verursachten keinerlei Verarbeitungsprobleme während des Extrudierens oder Pelletisierens.

Beispiel 9 – Vergleichsbeispiel

[0058] Beispiel 7 wurde wiederholt, allerdings mit dem Unterschied, daß 3500 g der Zusammensetzung gemäß Beispiel 6 anstelle von 3500 g der Zusammensetzung gemäß Beispiel 4 verwendet wurden. Die Zusammensetzungen verursachten keinerlei Verarbeitungsprobleme während des Extrudierens oder Pelletisierens.

Beispiel 10

[0059] Die Zusammensetzungen der Beispiele 7 bis 9 und reines Polyamid 6 wurden einem Spritzgußverfahren zur Herstellung von Testproben unterzogen. Das Spritzgießen wurde unter Verwendung eines Butler 10/90 Hi Tech moulding-Werkzeugs, ausgestattet mit einem rechteckigen Formwerkzeug mit 51 × 51 mm, das eine Tiefe von 4 mm hat, durchgeführt. Die Temperatur des Spritzgießens war 230°C und es wurden Einsätze in das Formwerkzeug gebracht, um die Dicke der erhaltenen Proben zu variieren. Die Dicke der Proben, die aus den Zusammensetzungen der Beispiele 7 bis 9 produziert wurden, war 3,1 mm und die der entsprechenden Proben, die aus reinem Polyamid hergestellt wurden, war 1,2 mm. Die spritzgegossenen Proben wurden zur Beurteilung des Zugmoduls, das von den Zusammensetzungen der Beispiele 7 bis 9 gezeigt wurde, und zur Herstellung von Laminaten zwischen Proben, die aus den Zusammensetzungen hergestellt worden waren, und Proben, die aus reinem Polyamid hergestellt worden waren, verwendet.

Beispiel 11

[0060] Der Zugmodul von Proben, die in Beispiel 10 hergestellt worden waren, wurde bestimmt.

[0061] Proben mit den Abmessungen 10 × 50 × 3,1 mm wurden in Spritzgießrichtung aus den spritzgegossenen Proben, wie sie in Beispiel 1 aus den Zusammensetzungen der Beispiele 7 bis 9 hergestellt worden waren, geschnitten. Die Proben wurden für 72 Stunden in einem Vakuumofen mit 80°C getrocknet. Die Zugtests wurden mit einer UTC-Apparatur, ausgestattet mit einer 1 kN-Lastzelle durchgeführt. An jeder Zusammensetzung wurden 5 Tests durchgeführt und die unten angegebenen Zahlen sind ein Mittelwert aus den fünf Tests.

Zugmodul

Prozentgehalt Polyamid 6	1 %	5 %	15 %
Zusammensetzungen nach Beispiel 7, Zugmodul, GPa	1,46	1,60	1,67
Zusammensetzungen nach Beispiel 8, Zugmodul, GPa	1,55	1,63	1,75
Zusammensetzungen nach Beispiel 9, Zugmodul, GPa	1,37	1,46	1,60

[0062] Die Zusammensetzungen gemäß den Beispielen 7 und 8 weisen bei allen durchgeführten Tests und im Vergleich zu Beispiel 9 (Vergleichsbeispiel) einen erhöhten Zugmodul auf.

Beispiel 12

[0063] Lamine wurden aus den Proben, die in Beispiel 10 aus den Zusammensetzungen der Beispiele 7 bis 9 erhalten worden waren, und Polyamid 6-Proben, die entsprechend in Beispiel 10 erhalten worden waren, produziert. Die Lamine zwischen einer Probe, die aus einer Zusammensetzung gemäß der Beispiele 7 bis 9 her-

gestellt worden war, und einer Probe, die aus Polyamid 6 hergestellt worden war, wurden in einer Interlaken Series 3300-Apparatur hergestellt. Jede Probe wurde zuerst zu den Abmessungen $49,5 \times 49,5 \times 3,1$ mm verarbeitet, um in das Formwerkzeug zu passen, und dann mit Aceton gereinigt. Auf jede Oberfläche, die mit der oberen und unteren Formwerkzeugoberfläche in Kontakt kam, wurde ein Kapton-Trennfilm aufgebracht und ein 15 mm breites Stück eines Kapton-Films wurde zwischen die zwei zu laminierenden Proben gelegt, um als Crack-Initiator zu wirken. Die Proben wurden dann in das Formwerkzeug gelegt und mit einem Druck von 10 kN und bei einer Temperatur von 220°C laminiert. Die Wärme wurde nach 10 Minuten abgestellt und es wurde eine Kühlung initiiert. Der Druck wurde aufrechterhalten, bis die Temperatur des oberen Formwerkzeugs 30°C erreichte. Der Druck wurde dann entspannt, das Formwerkzeug wurde geöffnet und die erhaltenen Lamine wurden entfernt.

[0064] Eine Probe, die 10 mm breit war, wurden aus den erhaltenen Laminaten ausgeschnitten und mit einem Schleifsandpapier bis zur Glätte poliert. Die Proben wurden in einem Vakuumofen für 72 Stunden bei 80°C getrocknet. Der Kapton-Trennfilm als Crack-Initiator wurde mit einem Skalpell entfernt. Die "Crack"-Fortpflanzung wurde vervollständigt, indem ein 0,45 mm dicker Keil mit einer Geschwindigkeit von 2 mm/Minute in die Grenzfläche getrieben wurde. Die Keilprobe wurde mit einer UTS-Apparatur durchgeführt. Die "Crack"-Fortpflanzung wurde mit einem Videofilm aufgenommen und mittels Computer analysiert und die kritische Verformungsenergiefreisetzungsrates (Gc) wurde bestimmt. Die unten angegebenen Zahlen sind ein Mittelwert aus fünf Tests.

Kritische Verformungsenergiefreisetzungsrates (Gc)

Prozentgehalt Polyamid 6	1	5	15
Zusammensetzungen nach Beispiel 7, Gc, J/m ²	190	220	360
Zusammensetzungen nach Beispiel 8, Gc, J/m ²	490	660	690
Zusammensetzungen nach Beispiel 9, Gc, J/m ²	160	205	230

[0065] Die Zusammensetzungen gemäß den Beispielen 7 und 8 weisen deutlich erhöhte Gc-Werte, nämlich 56% bzw. 300%, im Vergleich zu der Zusammensetzung gemäß Beispiel 9 (Vergleichsbeispiel) auf. Die Bindungsfestigkeit zwischen Polypropylenen und Polyamid 6 wird durch ein thermoplastisches Compoundmaterial gemäß der vorliegenden Erfindung im Vergleich zu nicht-modifiziertem und durch Maleinsäureanhydrid modifizierten Polypropylen deutlich verbessert.

Beispiel 13

[0066] Eine thermoplastische Zusammensetzung wurde aus einem mit Maleinsäureanhydrid gepropften Polypropylen, dem in Beispiel 1 erhaltenen hochverzweigten dendritischen Makromolekül und einem mit Mineralstoff gefüllten Polypropylen hergestellt.

[0067] 10 g des hochverzweigten dendritischen Makromoleküls von Beispiel 1, 1990 g eines im Handel verfügbaren Polypropylens, das mit Maleinsäureanhydrid (0,46 Gew.-%) gepropft war und ein Molekulargewicht von 71090 hatte, und 2000 g eines stark mit Mineralstoff (Kreide) (60 Gew.-%) gefüllten Polypropylens wurden vermischt. Das Gemisch wurde in einem Doppelschneckenextruder bei einer Temperatur von 220°C und einer Schneckengeschwindigkeit von 40 Upm compoundiert. Eine Reaktion zwischen Maleinsäureanhydrid-Gruppen des gepropften Polypropylens und Hydroxyl-Gruppen der hochverzweigten dendritischen Makromoleküle trat während des Extrudierens auf, wodurch das gepropfte Polypropylen an die Makromoleküle gebunden wurde und wodurch eine thermoplastische Zusammensetzung erhalten wurde, die ein thermoplastisches Compoundmaterial ähnlich denen der Beispiele 2 und 3 und ein mit Mineralstoff gefülltes Polypropylen umfaßte. Das Extrudat wurde schließlich pelletisiert. Die Zusammensetzung verursachte keinerlei Verarbeitungsprobleme während des Extrudierens oder Pelletisierens.

Beispiel 14

[0068] Beispiel 13 wurde wiederholt, allerdings mit dem Unterschied, daß die Zusammensetzung bei einer

Temperatur von 220°C und bei einer Schneckengeschwindigkeit von 40 Upm zweimal anstatt einmal im Doppelschneckenextruder compoundiert wurde.

Beispiel 15 – Vergleichsbeispiel

[0069] Eine thermoplastische Zusammensetzung wurde aus einem mit Maleinsäureanhydrid gepfropften Polypropylen und einem mit Mineralstoff gefüllten Polypropylen hergestellt.

[0070] 2000 g eines im Handel verfügbaren Polypropylens, das mit Maleinsäureanhydrid (0,46 Gew.-%) gepfropft war und das ein Molekulargewicht von 71090 hatte und 2000 g eines stark mit Mineralstoff (60 Gew.-%) (Kreide) gefüllten Polypropylens wurden vermischt. Das Gemisch wurde in einem Doppelschneckenextruder bei einer Temperatur von 220°C und einer Schneckengeschwindigkeit von 40 Upm compoundiert, wodurch eine thermoplastische Zusammensetzung erhalten wurde, die ein mit Maleinsäureanhydrid gepfropftes Polypropylen und ein mit Mineralstoff gefülltes Polypropylen umfaßte. Das Extrudat wurde schließlich pelletisiert. Es trat keine Reaktion während des Extrudierens auf. Die Zusammensetzung verursachte keinerlei Verarbeitungsprobleme während des Extrudierens oder Pelletisierens.

Beispiel 16

[0071] Die Zusammensetzungen der Beispiele 13 bis 15 wurden entsprechend Beispiel 10 unter Bildung von Proben mit den Abmessungen 51 × 51 × 4 mm einem Spritzgießen unterzogen. Das Spritzgießen der Zusammensetzung gemäß Beispiel 15 war infolge eines Nicht-Newtonschen Verhaltens schwierig. Es war somit fast schwierig unter Standardbedingungen das Formwerkzeug zu füllen. Die Zusammensetzungen gemäß Beispiel 13 und 14 waren leicht spritzzugießen und es wurden während des Spritzgießens keine Probleme mit diesen Zusammensetzungen festgestellt. Die Zusammensetzungen gemäß der Beispiele 13 und 14 wiesen beide ein Newtonsches Verhalten auf, was zu Proben hoher Qualität mit glatten Oberflächen ohne sichtbare Fehler führte.

Beispiel 17

[0072] Der Zugmodul und die Dehnspannung der in Beispiel 16 produzierten Proben wurden bestimmt.

[0073] Proben mit den Abmessungen 10 × 50 mm wurden in Spritzgießrichtung aus den in Beispiel 16 hergestellten spritzgegossenen Proben geschnitten, behandelt und entsprechend Beispiel 11 zur Bestimmung des Zugmoduls untersucht. Es wurden für jede Zusammensetzung fünf Tests durchgeführt und die unten angegebenen Zahlen sind der Durchschnitt von fünf Tests.

Resultat

Zusammensetzung entsprechend	Zugmodul (MPa)	Dehnspannung (MPa)
Beispiel 13	2601	26,8
Beispiel 14	2714	29,8
Beispiel 15	2499	25,2

[0074] Der Zugmodul und die Dehnspannung der Zusammensetzungen gemäß der Beispiele 13 und 14 sind im Vergleich zu Beispiel 15 (Vergleichsbeispiel) deutlich erhöht.

Beispiel 18

[0075] Beispiel 2 wurde mit dem Unterschied wiederholt, daß 35,0 g des hochverzweigten dendritischen Makromoleküls von Beispiel 1 und 2843,6 g des mit Maleinsäureanhydrid gepfropften Polypropylens verwendet wurden. Das Compound verursachte keinerlei Verarbeitungsprobleme während des Extrudierens oder Pelletisierens.

Beispiel 19

[0076] Aus dem thermoplastischen Compoundmaterial von Beispiel 18, Polypropylen und Glasfasern wurde eine thermoplastische Zusammensetzung hergestellt.

[0077] 81 g des thermoplastischen Compoundmaterials von Beispiel 18, 819 g Polypropylen (Appryl 3050 MN1, Elf Atochem SA, Schweiz) und 10 g Glasfasern (Faserlänge 3 mm), die mit Methacrylsilan und Aminosilan oberflächenbehandelt worden waren, wurden vermisch. Das Gemisch wurde zweimal in einem Doppelschneckenextruder bei einer Temperatur von 220°C und einer Schneckengeschwindigkeit von 30 Upm kom-poundiert. Das Extrudat wurde schließlich pelletisiert. Die Zusammensetzung verursachte keinerlei Verar-beitungsprobleme während des Extrudierens oder Pelletisierens.

Beispiel 20 – Vergleichsbeispiel

[0078] Aus mit Maleinsäure gepfropften Polypropylen, Polypropylen und Glasfasern wurde eine thermoplas-tische Zusammensetzung hergestellt.

[0079] 81 g eines im Handel verfügbaren Polypropylens, das mit Maleinsäureanhydrid (0,46 Gew.-%) ge-pfropft war und ein Molekulargewicht von 71090 hatte, 819 g Polypropylen (Appryl 3050 MN1, Elf Atochem SA, Schweiz) und 10 g Glasfasern (Faserlänge 3 mm), die mit Methacrylsilan und Aminosilan oberflächenbehandelt worden waren, wurden vermisch. Das Gemisch wurde zweimal in einem Doppelschneckenextruder bei einer Temperatur von 220°C und einer Schneckengeschwindigkeit von 30 Upm kom-poundiert. Das Extrudat wurde schließlich pelletisiert. Die Zusammensetzung verursachte keinerlei Verarbeitungsprobleme während des Extrudierens oder Pelletisierens.

Beispiel 21 – Vergleichsbeispiel

[0080] Aus Polypropylenen und Glasfasern wurden eine thermoplastische Zusammensetzung hergestellt.

[0081] 900 g Polypropylen (Appryl 3050 MN1, Elf Atochem SA, Schweiz) und 10 g Glasfasern (Faserlänge 3 mm), die mit Methacrylsilan und Aminosilan oberflächenbehandelt worden waren, wurden vermisch. Das Ge-misch wurde zweimal in einem Doppelschneckenextruder bei einer Temperatur von 220°C und einer Schne-ckengeschwindigkeit von 30 Upm kom-poundiert. Das Extrudat wurde schließlich pelletisiert. Die Zusammen-setzung verursachte keinerlei Verarbeitungsprobleme während des Extrudierens oder Pelletisierens.

Beispiel 22

[0082] Die Zusammensetzungen der Beispiele 19 bis 21 wurden entsprechend Beispiel 10 unter Bildung von Proben mit den Abmessungen 51 × 51 × 4 mm spritzgegossen und die Dehnspannung und die "chapp-ty"-Schlagzähigkeit der so hergestellten Proben wurden bestimmt.

[0083] Es wurden 3-Punkte-Biegetests mit einem UTS-Gerät, ausgestattet mit einer 1 kN-Lastzelle, zur Be-stimmung der Dehnspannung durchgeführt. Mit jeder Zusammensetzung wurden 10 Tests durchgeführt und die unten angegebenen Zahlen sind ein Mittelwert der zehn Tests.

[0084] Mit einer Standard-"Chappy"-Testapparatur (Karl Frank GmbH, Typ 53565) wurden Schlagbiegever-suche mit gekerbtem Probestab mit einem 0,5 J-Pendulum durchgeführt. Mit jeder Zusammensetzung wurden zehn Tests durchgeführt und die unten angegebenen Zahlen sind ein Mittelwert aus zehn Tests.

Resultat

Zusammensetzung gemäß	Dehnspannung (MPa)	Schlagzähigkeit (kJ/m ²)
Beispiel 19	36,8	3,49
Beispiel 20	31,7	2,75
Beispiel 21	22,1	2,73

[0085] Die Dehnspannung und die "chappy"-Schlagzähigkeit der Zusammensetzungen gemäß Beispiel 19 sind erhöht und im Vergleich zu den Beispielen 20 und 21 (Vergleichsbeispiele) sogar deutlich erhöht. Die Dehnspannung und die Schlagzähigkeit eines Polypropylen/Kurzfaser-Verbundstoffs wird durch ein thermoplastisches Compoundmaterial gemäß der Erfindung im Vergleich zu einem unmodifizierten und mit Maleinsäureanhydrid modifizierten Polypropylen wesentlich verbessert.

Beispiel 23

[0086] Es wurde eine dritte Generation hochverzweigten dendritischen Polyestermakromoleküls hergestellt, indem eine dritte Generation zu dem Produkt von Beispiel 1 gegeben wurde.

[0087] 600,0 g eines erhaltenen hochverzweigten dendritischen Makromoleküls der zweiten Generation gemäß Beispiel 1, 717,0 g (5,35 mol) 2,2-Dimethylolpropionsäure und 0,7 g (0,007 mol) H_2SO_4 (96 Gew.-%) wurden in einen Vierhalsreaktionskolben, der mit einem Rührer, einem Manometer, einem Kühler und einem Sammelgefäß ausgestattet war, gefüllt. Die Temperatur wurde auf 120°C erhöht, wobei bei dieser Temperatur 2,2-Dimethylolpropionsäure zu schmelzen begann und Veresterungswasser gebildet wurde. Die Temperatur wurde danach während 20 Minuten auf 140°C erhöht, es wurde eine transparente Lösung erhalten, während ein Vakuum von 30 bis 50 mmHg angelegt wurde. Die Reaktion wurde nun für weitere 5 Stunden Rühren gelassen wodurch eine Endsäurezahl von ungefähr 10 mg KOH/g erhalten wurde.

[0088] Die erhaltene dritte Generation eines hochverzweigten dendritischen Makromoleküls wies die folgenden Eigenschaften auf:

Säurezahl, mg KOH/g:	10,6
Hydroxylzahl, mg KOH/g:	493
Molekulargewicht, g/mol:	3311

Beispiel 24

[0089] Kettenbeendigung des hochverzweigten dendritischen Polyestermakromoleküls der dritten Generation, das gemäß Beispiel 23 erhalten wurde.

[0090] 362,64 g des hochverzweigten dendritischen Makromoleküls von Beispiel 23, 562,95 g 10-Undecensäure (Elf Atochem, Frankreich) und 46 g Xylol wurden in einen Vierhals-Reaktionskolben, der mit einem Rührer, einem Dean-Stark-Separator, einem Stickstoffeinlaß und einem Kühler ausgestattet war, gefüllt. Die Temperatur wurde während 250 Minuten auf 185°C erhöht. Reaktionswasser begann bei 166°C azeotrop zu verdampfen. Das Reaktionsgemisch wurde bei 185°C gehalten, bis eine Säurezahl von 13,1 mg KOH/g erreicht war.

[0091] Das erhaltene kettenbeendete, hochverzweigte dendritische Makromolekül wies die folgenden Eigenschaften auf:

Säurezahl, mg KOH/g:	13,1
Molekulargewicht, g/mol:	≈ 7000
Brookfield-Viskosität, 23°C, mPas:	5930

Beispiel 25

[0092] Funktionalisierung des kettenbeendeten, hochverzweigten dendritischen Makromoleküls, das nach Beispiel 24 erhalten worden war, wobei die Funktionalisierung Epoxid-Gruppen liefert und wobei eine Oxidation mit Hilfe von Peroxysäure, welche in situ aus Säure und Peroxid gebildet wird, durchgeführt wird.

[0093] 207,28 g des Produktes gemäß Beispiel 24, 134,73 g Xylol und 8,29 g eines kationischen Ionenaustauschers wurden in einen Vierhals-Reaktionskolben, der mit einem Rührer, Tropftrichter, Stickstoffeinlaß und Kühler ausgestattet war gefüllt. Die Lösung wurde auf 60°C erwärmt, bei dieser Temperatur wurden 31,77 g Essigsäure eingefüllt, worauf eine allmähliche Zugabe von 71,97 g Wasserstoffperoxid (50%ig, wäßrig) während 15 Minuten folgte. Die Reaktion wurde für weitere 11 Stunden fortgesetzt, wonach der Ionenaustauscher durch Filtration aus der Reaktionslösung entfernt wurde. Das Filtrat wurde nun zentrifugiert, um die Wasserphase von der organischen Phase abzutrennen. Nach Entfernen der Wasserphase, die überschüssiges Peroxid und Essigsäure enthielt, wurde die organische Phase dreimal mit Wasser extrahiert, worauf eine Zentrifugation folgte. Das Endprodukt wurde durch Entfernung des Lösungsmittels mit Hilfe eines Walzenverdampfers

isoliert. Es wurde eine klare gelbliche Lösung mit niedriger Viskosität erhalten.

[0094] Das erhaltene, funktionalisierte, kettenbeendete, hochverzweigte dendritische Makromolekül wies die folgenden Eigenschaften auf:

Epoxy-Äquivalentgewicht, g/Äq.	380
Molekulargewicht, g/mol	8663
Säurezahl, mg KOH/g	8,2
Gehalt an nicht-flüchtigen Bestandteilen, %	98,1
Brookfield-Viskosität, 23°C, mPas	6900

Beispiel 26

[0095] Ein Vergleich des rheologischen Verhaltens zwischen reinem Polypropylen, einer Mischung, die Polypropylen und mit Maleinsäureanhydrid gefropfte Polypropylen umfaßte (Mischung 1) und einer Mischung, die Polypropylen mit Maleinsäureanhydrid gefropfte Polypropylen und geringe Menge des funktionalisierten ketten-terminierten, hochverzweigten dendritischen Makromoleküls von Beispiel 25 enthielt (Mischung 2).

[0096] Alle Materialien und Mischungen wurden in der gleichen Weise verarbeitet, das heißt entsprechend dem in Beispiel 2 beschriebenen Verfahren compoundiert und pelletisiert.

[0097] Mischung 1: 95 Gew.-% Polypropylen (Appryl 3050 MN1, Elf Atochem SA, Schweiz) und 5 Gew.-% mit Maleinsäureanhydrid gefropfte Polypropylen (PP-ML, Elf Atochem SA, Schweiz) wurden vermischt, compoundiert und pelletisiert.

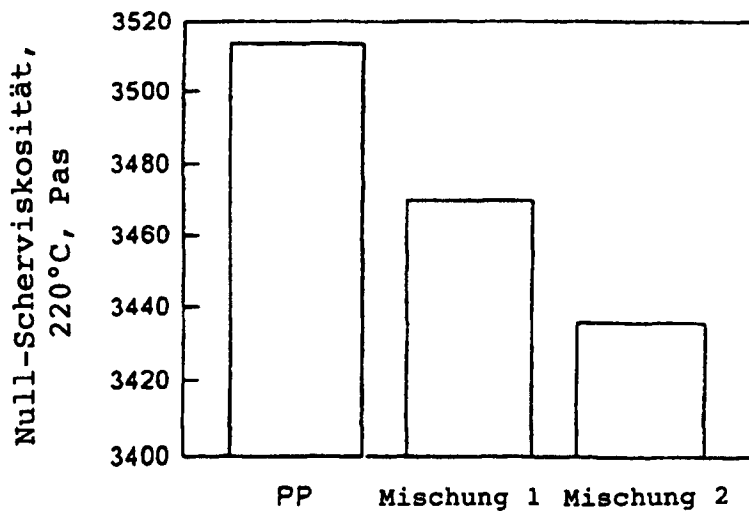
[0098] Mischung 2: 94,4 Gew.-% Polypropylen (Appryl 3050 MN1, Elf Atochem SA, Schweiz), 5 Gew.-% mit Maleinsäureanhydrid gefropftes Polypropylen (PP-ML, Elf Atochem SA, Schweiz) und 0,06 Gew.-% des Produktes gemäß Beispiel 1 wurden vermischt, compoundiert und pelletisiert.

[0099] Die Null-Scherviskosität wurde danach für die drei Materialien – reines Polypropylen (PP), Mischung 1 und Mischung 2 – aufgezeichnet, indem ein Pellet der jeweiligen Probe zwischen zwei parallele Platten eines dynamischen Rotationsanalysators (Rheometrics, RDA) gegeben wurde und dann die Probentemperatur auf 220°C erhöht wurde und die wechselseitige Abhängigkeit Viskosität/Scherrate/Scherspannung im Frequenzintervall 1 bis 0,01 rad/s aufgezeichnet wurde. Die Null-Scherratenviskosität konnte aus der Carreau-Gleichung abgeleitet werden, wie es in Gleichung 1 gezeigt ist:

$$\tau(\dot{\gamma}) = \eta_1 \dot{\gamma} - \eta_0 \times \dot{\gamma} [1 + (\lambda \dot{\gamma})^2]^{n-1/2} \quad (\text{Gleichung 1})$$

worin τ die Scherspannung ist, η_1 die gemessene Viskosität ist, $\dot{\gamma}$ die Scherrate ist, η_0 die Null-Scherratenviskosität ist, λ eine Zeitkonstante ist, die den Beginn des nichtlinearen Verlaufs bestimmt und n die Hochzahl ist.

[0100] Die erhaltenen Resultate sind im folgenden Graph 1 dargestellt:



Graph 1: Wirkung des rheologischen Verhaltens für eine Polypropylenmischung, die mit hochverzweigter, dendritischer Polyestergruppierung gefropft war, verglichen mit reinem Polypropylen

[0101] Wie aus Graph 1 oben zu ersehen ist, wird eine sehr geringe Menge an dendritischem Polyester (0,06 Gew.-%) gemäß Beispiel 1, der in situ mit Maleinsäureanhydrid mit Polypropylen, das mit Maleinsäureanhydrid gefropft war, umgesetzt wurde, einen signifikanten Einfluß auf das rheologische Verhalten einer thermoplastischen Mischung, zum Beispiel wie die oben beschriebene, hat. Beispiel 26 erläutert die Vorteile bei einer verringerten Verarbeitungsviskosität, die direkt auf verbesserte Verarbeitungseigenschaften einer thermoplastischen Mischung oder eines Komposits übertragbar sind. Verbesserte Verarbeitungseigenschaften ist für die Industrie von äußerster Wichtigkeit, um die Produktivität von thermoplastischen Produkten zu erhöhen.

Beispiel 27

[0102] Untersucht wird die Verringerung der Grenzflächenspannung zwischen Polypropylen- und Polyamidfasern, wenn erfindungsgemäße Mischungen, die Grenzflächenpromotoren enthalten, die auf Polypropylen, das mit Maleinsäureanhydrid gefropft worden war, basiert, welches entweder an einer Hydroxyl- oder Epoxy-funktionellen dendritischen Polyester entsprechend der Beispiele 1 und 25 gebunden war.

[0103] Alle Materialien und Mischungen wurden in der gleichen Weise verarbeitet, das heißt gemischt, compoundiert und extrudiert, wobei Verfahrensbedingungen verwendet wurden, die ähnlich den in Beispiel 2 offenbarten sind.

[0104] Mischung 1: 95 Gew.-% Polypropylen (Arryl 3050 MN1, Elf Atochem SA, Schweiz) und 5 Gew.-% Maleinsäureanhydrid-funktionelles Polypropylen (PP-ML, Elf Atochem) wurden gemischt, compoundiert und extrudiert.

[0105] Mischung 2: 94,94 Gew.-% Polypropylen (Appryl 3050 MN1, Elf Atochem SA, Schweiz), 5 Gew.-% mit Maleinsäureanhydrid gefropft Polypropylen (PP-ML, Elf Atochem) und 0,06 Gew.-% des Produktes gemäß Beispiel 1 wurden vermischt, compoundiert und extrudiert.

[0106] Mischung 3: 94,85 Gew.-% Polypropylen (Appryl 3050 MN1, Elf Atochem SA, Schweiz), 5 Gew.-% mit Maleinsäure gefropft Polypropylen (PP-ML, Elf Atochem) und 0,15 Gew.-% des Produktes gemäß Beispiel 25 wurden gemischt, compoundiert und extrudiert.

[0107] Mischung 4: 69,28 Gew.-% Polypropylen (Appryl 3050 MN1, Elf Atochem SA, Schweiz), 30 Gew.-% mit Maleinsäureanhydrid gefropft Polypropylen (PP-ML, Elf Atochem) und 0,72 Gew.-% des Produktes von Beispiel 1 wurden vermischt, compoundiert und extrudiert.

[0108] Mischung 5: 69,1 Gew.-% Polypropylen (Appryl 3050 MN1, Elf Atochem SA, Schweiz), 30 Gew.-% mit Maleinsäureanhydrid gefropfte Polypropylen (PP-ML, Elf Atochem) und 0,9 Gew.-% des Produktes gemäß Beispiel 25 wurden gemischt, compoundiert und extrudiert.

[0109] Die erhaltenen Extrudate von reinem Polypropylen und die 5 verschiedenen Mischungen wurden zu 0,5 mm dicken Filme gepreßt. Polyamid-Teilchen (Orgamide RMNO, Elf Atochem SA, Schweiz) wurden da-

nach zwischen zwei Filmen der jeweiligen Probe gelegt und zu 0,7 mm dicken Filmen gepreßt. Die Polyamid-enthaltenden Filme wurden zu Abmessungen von $5 \times 5 \text{ mm}^2$ geschnitten und zwischen zwei Mikroskop-Objektträger gelegt. Die Probe enthaltenden Objektträger wurden in Metallführungen eingesetzt, die in heißem Zustand unter ein optisches Mikroskop, welches mit einer 8-bit-CCD-Kamera ausgerüstet war, gelegt. Die Proben wurden dann in heißem Zustand auf 220°C erhitzt, wobei die Polyamidproben schmolzen. Die eingebetteten Polyamidteilchen entwickelten infolge der Oberflächenspannung eine sphärische Gestalt. Durch Verschieben des oberen Deckgläschens konnte eine Scherkraft angewendet werden, die zu einem ellipsenförmigen Tropfen führte, der nach einer bestimmten Entspannungszeit seine sphärische Gestalt wieder annahm. Die Zeit zur Rückkehr aus einer ellipsoiden Form zu einer sphärischen Form steht in direkter Beziehung zur Grenzflächenspannung (A. Luciano, noch nicht publiziert, aber von J. Polymer Sci. zur Publikation 1997 akzeptiert) zwischen der Polyamidphase (der Tropfen) und der umgebenden Polyolefin-Matrix (die umgebenden Filme), und zwar entsprechend Gleichung 2 und Gleichung 3.

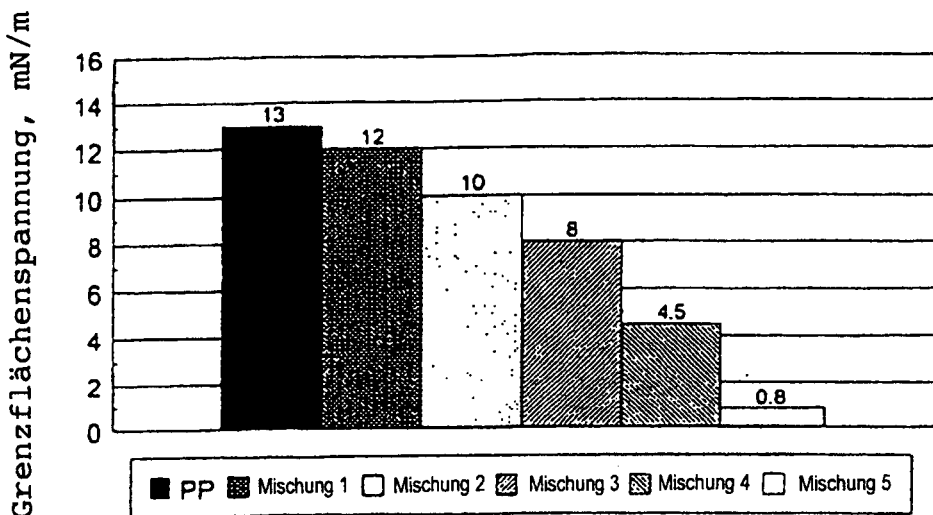
$$\tau = \eta_{\text{aq}} R_0 / v \quad (\text{Gleichung 2})$$

worin τ die Relaxationszeit ist, v der Grenzflächenspannungskoeffizient ist und η_{aq} die äquivalente Viskosität gemäß Gleich 3 ist.

$$\eta_{\text{aq}} = \eta_m (2\lambda + 3)(19\lambda + 16) / (40(\lambda + 1)) \quad (\text{Gleichung 3})$$

und $\lambda = \eta_d / \eta_m$, worin η_d und η_m die Null-Scherviskosität des Tropfens bzw. der Matrix ist.

[0110] Messungen und Berechnungen wurden wie oben durchgeführt und die erhaltenen Resultate sind in Graph 2 unten angegeben:



Graph 2: Grenzflächenspannung zwischen Polyamid und Polypropylenmischungen, die mit Maleinsäureanhydrid gepfropftes Polypropylen, sowohl an einen hydroxylfunktionellen dendritischen Polyester als auch an einen Epoxy-funktionellen dendritischen Polyester gebunden enthalten

[0111] Das erhaltene Resultat zeigt eine drastische Verringerung bei einer Grenzflächenspannung in den Fällen, in denen die Grenzflächenpromotoren gemäß der vorliegenden Erfindung verwendet werden. Für Mischung 5 wurde ein Wert von unter 1 erhalten, was sehr starke kovalente Bindungen zwischen dem Polyamid und der Polyolefinmischung anzeigt. Eine drastisch reduzierte Grenzflächenspannung bedeutet drastisch verbesserte Grenzflächeneigenschaften zwischen Materialien, die normalerweise nicht aneinander haften können.

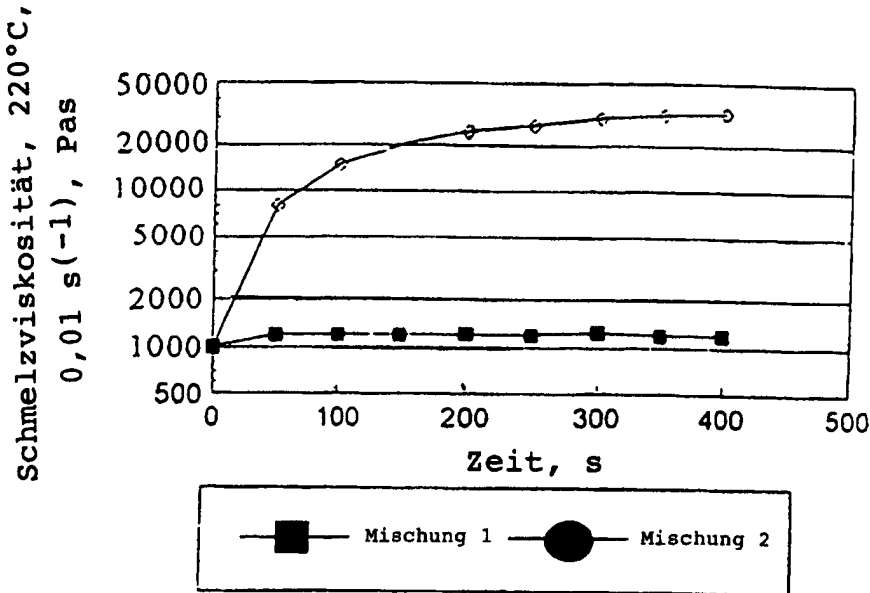
Beispiel 28

[0112] Bindung zwischen einem mit Maleinsäureanhydrid gepfropften Polypropylen und dem Epoxy-funktionellen Produkt gemäß Beispiel 25.

[0113] Das Ausmaß einer Reaktion zwischen dem mit Maleinsäureanhydrid gepfropften Polypropylen (PP-ML, Elf Atochem SA, Schweiz) und dem Produkt gemäß Beispiel 25 wurde untersucht, indem die Visko-

sitätserhöhung als Funktion der Zeit in einem dynamischen Rotationsanalysator (RDA, Rheometrics) aufgezeichnet wurde. Es wurden zwei Proben untersucht, eine war mit Maleinsäureanhydrid gepfropftes Polypropylen und die andere war eine Mischung, die 97 Gew.-% mit Maleinsäureanhydrid gepfropfte Polypropylen und 3 Gew.-% des hochverzweigten dendritischen Makromoleküls von Beispiel 25 umfaßte. Die letztgenannte wurde entsprechend Beispiel 2 gemischt, compoundiert und pelletisiert.

[0114] Eine kleine Menge der jeweiligen Probe wurde zwischen zwei parallele Platten des RDA gebracht und dann zu einem konstanten Zustand bei 220°C erwärmt. Danach wurde die Viskosität als Funktion der Zeit bei einer Scherrate von $0,01 \text{ s}^{-1}$ aufgezeichnet. Die erhaltenen Resultate sind in Graph 3 unten angegeben.



Graph 3: Bestimmung des Ausmaßes der Reaktion zwischen mit Maleinsäureanhydrid gepfropftem Polypropylen und dendritischem Epoxy-funktionellen Polyester gemäß Beispiel 5

[0115] Der obige Graph erläutert die schnelle Bindung zwischen einem mit Maleinsäureanhydrid gepfropften Polypropylen und dem hochverzweigten dendritischen Epoxy-funktionellen Polyester gemäß Beispiel 25. Die Viskositätserhöhung als Funktion der Zeit steht in direkter Beziehung zu der Erhöhung des Molekulargewichts des resultierenden Grenzflächenpromotors. Ein ähnliches Verhalten, wie es oben erläutert ist, wird natürlich für Hydroxy-funktionelle dendritische Polyester und dgl. erwartet.

Beispiel 29

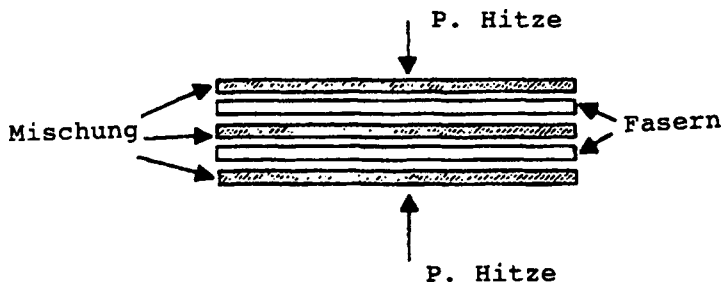
[0116] Die Wirkung auf Zugfestigkeit und Restfestigkeit nach "Cracking" für ein Glasmattenthermobildungs(GMT)-Material.

[0117] Es wurden zwei Polypropylenmischungen hergestellt.

[0118] Mischung 1: 97,3 Gew.-% Polypropylen-Copolymer (EPL 31UA, Montel) und 2,7 Gew.-% mit Maleinsäureanhydrid gepfropftes Polypropylen (PP-ML, Elf Atochem SA, Schweiz) wurden entsprechend dem in Beispiel 2 beschriebenen Verfahren gemischt, compoundiert und pelletisiert.

[0119] Mischung 2: 97,3 Gew.-% Polypropylen-Copolymer (EPL 31UA, Montel) und 2,7 Gew.-% einer Mischung, die 97 Gew.-% mit Maleinsäureanhydrid gepfropftes Polypropylen (PP-ML, Elf Atochem) und 3 Gew.-% des gemäß Beispiel 1 beschriebenen Produktes enthielt, wurden entsprechend dem in Beispiel 2 beschriebenen Verfahren vermischt, compoundiert und pelletisiert.

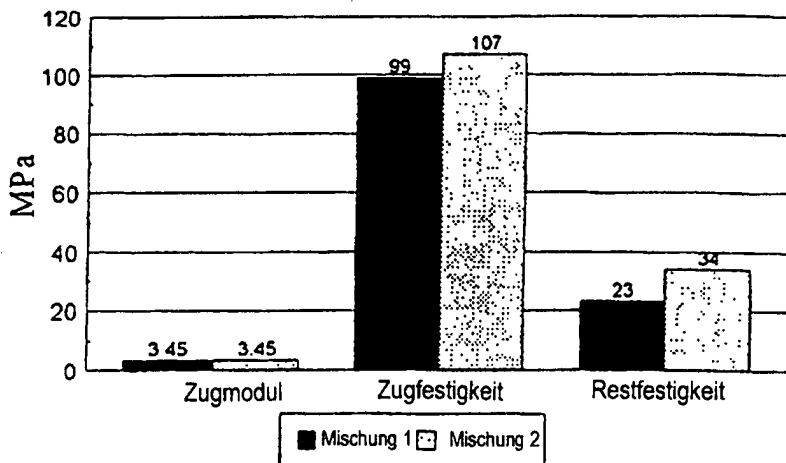
[0120] Die Mischungen wurden in einem ersten Schritt zu Folien der Abmessungen $150 \times 150 \text{ mm}$ preßgeformt und in einem zweiten Schritt wurden die geformten Folien in Sandwichschichten zwischen Glasmatten (5 mm statistische Fasern, geheftete Fasermatte) mit denselben Abmessungen wie in der unteren Darstellung gelegt.



[0121] Die GMT-Sandwichstruktur wurde dann für 4 Minuten bei 220°C und mit 3 bar preßgeformt (Schwabenthan). Das erhaltene Material wurde nun in vier Folien gleicher Größe geschnitten, die übereinandergelegt wurden und dann wurde bei 210°C und 3 bar für 4 Minuten ein Druckformen durchgeführt. Ein letzter Druckformungsschritt wurde dann für eine Minute bei 70°C und 80 bar als abschließende Bearbeitung des GMT-Materials durchgeführt.

[0122] Das erhaltene GMT-Material wurde bei Raumtemperatur für 2 Tage konditioniert, bevor es einem 3-Punkte-Biegetest unterzogen wurde (das Verfahren ist in Beispiel 22 detailliert beschrieben). Die getesteten mechanischen Eigenschaften waren Zugmodul, Zugfestigkeit und Restspannung nachdem Reißbildung bzw. "Cracking" aufgetreten ist.

[0123] Die erhaltenen Resultate sind in Graph 4 angegeben.



Graph 4: Verbesserung der Eigenschaften in einem GMT-Material für die beanspruchte Erfindung

[0124] Wie aus dem obigen Graph zu ersehen ist, sind sowohl die Zugfestigkeit als auch die Restfestigkeit nach dem "Cracking" deutlich verbessert, wenn eine Mischung (Mischung 2), die hochverzweigten dendritischen Polyester komprimiert mit Polypropylenketten enthält, verwendet wird, was im Gegensatz zur alleinigen Verwendung von Mischungen, die mit Maleinsäureanhydrid gepropft Polypropylen enthalten (Mischung 1).

Beispiel 30

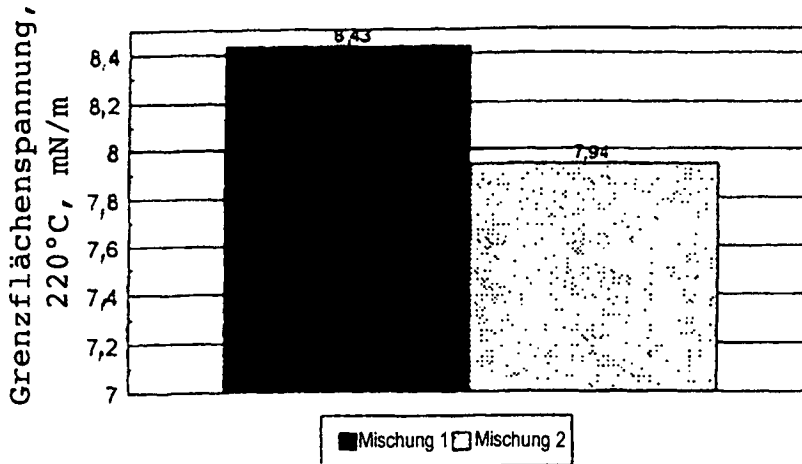
[0125] Grenzflächeneigenschaften zwischen Polypropylen-Mischungen und Poly(methylmethacrylat). Es wurden zwei Mischungen hergestellt.

[0126] Mischung 1: 95 Gew.-% Polypropylen (Appryl 3050 MN1, Elf Atochem SA, Schweiz) und 5 Gew.-% mit Maleinsäureanhydrid gepropft Polypropylen (PP-ML, Elf Atochem, SA, Schweiz) wurden nach dem in Beispiel 2 beschriebenen Verfahren gemischt, komprimiert und pelletisiert.

[0127] Mischung 2: 95 Gew.-% Polypropylen (Appryl 3050 MN1, Elf Atochem SA, Schweiz) und 5 Gew.-% einer Mischung, die 97 Gew.-% mit Maleinsäureanhydrid gepropft Polypropylen (PP-ML, Elf Atochem) und 3 Gew.-% des Produktes gemäß Beispiel 25 umfaßte, wurden nach dem in Beispiel 2 beschriebenen Verfahren gemischt, komprimiert und pelletisiert.

[0128] Partikel jeder Mischung wurden zwischen zwei Platten aus Poly(methylmethacrylat) gelegt und die Grenzflächenspannung wurde in der gleichen Weise, wie es in Beispiel 27 beschrieben ist, aufgezeichnet.

[0129] Die erhaltenen Resultate sind in Graph 5 unten angegeben:



Graph 5: Abfall der Grenzflächenspannung, wenn eine Mischung, die ein thermoplastisches Compoundmaterial gemäß der vorliegenden Erfindung enthält, verwendet wird

[0130] Das obige Resultat veranschaulicht die Anwendbarkeit der vorliegenden Erfindung bei der Reduzierung der Grenzflächenspannung zwischen Polypropylenmischungen und anderen polareren Substraten, was bei in großem Umfang verwendeten amorphen thermoplastischen Poly(methylmethacrylat) der Fall ist.

Beispiel 31

[0131] Adhäsion zwischen einer Polypropylenmischung mit einem und ohne ein Polypropylen, compoundiert mit einem hochverzweigten dendritischen Polyester. Es wurden zwei Mischungen hergestellt.

[0132] Mischung 1: 44,5 Gew.-% Polypropylen (Appryl 3050 MN1, Elf Atochem SA, Schweiz) und 55,5 Gew.-% eines mit Maleinsäureanhydrid gepfropften Polypropylens mit 0,46 Gew.-% Maleinsäureanhydrid wurden entsprechend dem Verfahren, das in Beispiel 2 beschrieben ist, vermischt, compoundiert und pelletisiert.

[0133] Mischung 2: 44,5 Gew.-% Polypropylen (Appryl 3050 MN1, Elf Atochem SA, Schweiz) und 55,5 Gew.-% einer Mischung, die ein mit Maleinsäureanhydrid gepfropfte Polypropylen mit 0,46 Gew.-% Maleinsäureanhydrid und das Produkt gemäß Beispiel 1 im Molverhältnis 2 : 1 enthielt, wurden entsprechend dem in Beispiel 2 beschriebenen Verfahren gemischt, compoundiert und pelletisiert.

[0134] In einem zweiten Schritt wurden die Mischungen zu 50 × 50 mm-Platten in einer Butler-Minispritzgießeinheit geformt. Die erhaltenen Platten wurden in einer hydraulischen Interlaken-Presse 10 Minuten lang bei 200°C mit einer Kraft von 5 kN auf oberflächenbehandelte Glasplatten preßgeformt.

Oberflächenbehandlung von Glasplatten

[0135] Ein Silan-A-1100 (OSI), wurde durch Eintauchen der sauberen Glasplatten in ein wäßriges Bad mit 1,5% Silan für 1 Stunde, anschließendes Trocknen in einem Ofen bei 80°C, bis die behandelten Glasplatten kein Wasser mehr hielten angewendet.

[0136] Mischung 1: Eine gewisse Haftung zwischen dem Glas und dem Polymerplaque, allerdings konnten die Glasplatten von Hand von den Polymerplatten gelöst werden.

[0137] Mischung 2: Eine sehr starke Haftung zwischen Glas- und den Polymerplatten, was es unmöglich macht, die Polymerplatte von Hand von dem Glas zu lösen. Bei mechanischem Belasten der Grenzfläche erfolgte ein Lösen der Kohäsion mit den Glasplatten.

[0138] Die obigen Resultate zeigen die Anwendbarkeit der vorliegenden Erfindung als Grenzflächenpromotor zwischen Glas und Polypropylen. Obgleich dies hier nicht beschrieben wird, wird es möglich gemacht, das

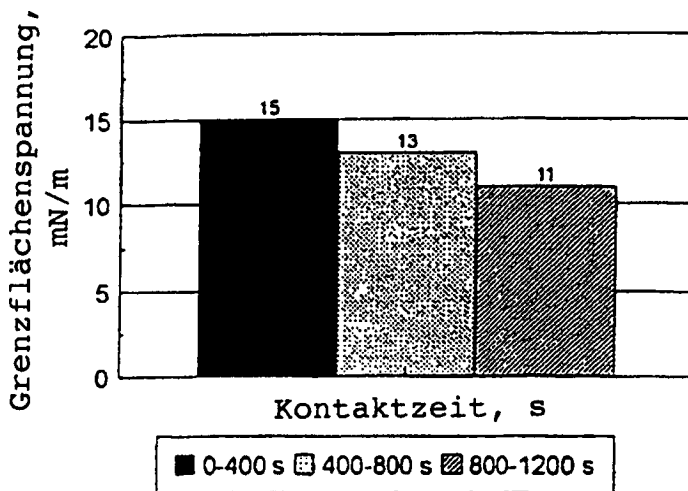
oben beschriebene Prinzip der Anwendung des Grenzflächenpromotors gemäß der Erfindung auf Glasfasern anzuwenden und somit eine wirksame Oberflächenbehandlung von Glasfasern zu erreichen, die in thermoplastischen Verbundmaterialien, zum Beispiel GMT-Materialien sehr wirksam sein sollte.

Beispiel 32

[0139] Reaktion zwischen partiell abgebautem Polypropylen, das reaktive Gruppen, zum Beispiel R-COOH enthält, und einem hydroxyfunktionellen, hochverzweigten, dendritischen Polyester gemäß Beispiel 23.

[0140] Ein Teilchen des Produktes gemäß Beispiel 23 wurde zwischen zwei Platten auf Polypropylen entsprechend dem Verfahren, das in Beispiel 27 beschrieben ist, gelegt.

[0141] Die Grenzflächenspannung wurde als Funktion der Kontaktzeit zwischen den zwei Phasen aufgezeichnet. Die erhaltenen Resultate sind im folgenden Graph 6 gezeigt:



Graph 6: Reduktion der Grenzflächenspannung infolge der Reaktion zwischen hydroxyfunktionellem, hochverzweigtem dendritischen Polyester und partiell abgebautem Polypropylen

[0142] Die obigen Resultate erläutern die Bindungsreaktion zwischen hydroxyfunktionellen hochverzweigten dendritischen Polyestern und partiell abgebautem Polypropylen. Infolge der Probertemperatur (220°C) gibt es einen gewissen Abbau und eine hohe Temperatur in Kombination mit Luft sollte zu einem Kettenschnitt und zu einer gewissen Einarbeitung von reaktiven Gruppen an das geschnittene Polypropylen führen. Diese können dann mit verfügbaren Hydroxyl-Gruppen am dendritischen Polyester reagieren, wodurch die Grenzflächenspannung zwischen den zwei Phasen verringert wird und die Affinität somit erhöht wird.

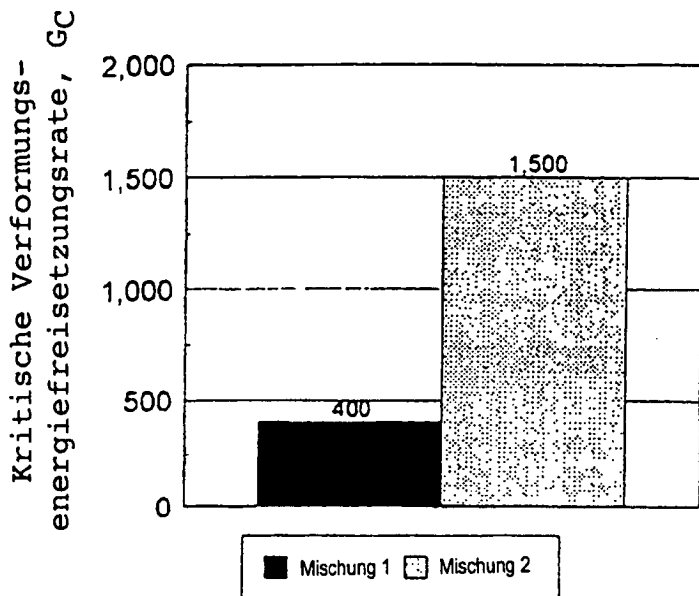
Beispiel 33

[0143] Kritische Verformungsenergiefreisetzungsrates in preßgeformten Platten aus einer Polypropylenmischung, die eine thermoplastische Zusammensetzung gemäß der Erfindung enthält, und einer Polyamidplatte. Es wurden zwei Mischungen hergestellt.

[0144] Mischung 1: 90 Gew.-% einer Maleinsäureanhydrid-enthaltenden Polypropylenmischung (Orevac PP-C, Elf Atochem SA, Schweiz) und 10 Gew.-% Polyamid 6 (Orgamide Resno, Elf Atochem SA, Schweiz) wurden entsprechend dem in Beispiel 7 beschriebenen Verfahren gemischt, compoundiert und pelletisiert.

[0145] Mischung 2: 90 Gew.-% einer Mischung, die 99,77 Gew.-% einer Maleinsäureanhydrid-enthaltenden Polypropylenmischung (Orevac PP-C, Atochem SA, Schweiz), 0,23 Gew.-% des Produktes gemäß Beispiel 1 und 10 Gew.-% Polyamid 6 (Orgamide Resno, Elf Atochem) enthielt, wurden entsprechend dem in Beispiel 7 beschriebenen Verfahren gemischt, compoundiert und pelletisiert.

[0146] Die kritische Verformungsenergiefreisetzungsrates (G_{1C}) wurde für die zwei Mischungen entsprechend dem in Beispiel 12 beschriebenen Verfahren bestimmt. Die erhaltenen Resultate sind im Graph 7 unten dargestellt:



Graph 7: Kritische Verformungsenergiefreisetzungsrage

[0147] Wie aus dem obigen Graph zu ersehen ist, wird eine drastische Verbesserung der Bindungsstärke (375%) erkannt, wenn sehr geringe Mengen einer thermoplastischen Zusammensetzung gemäß der Erfindung verwendet werden. Die niedrigen Mengen, die notwendig sind, um eine signifikante Verbesserung zu erzielen, haben einen vernachlässigbaren Einfluß auf die Kosten, und die Preis-Leistungsfähigkeit der industriell anwendbaren Materialien ist somit sehr günstig.

Patentansprüche

1. Thermoplastisches Compoundmaterial, umfassend zumindest ein lineares oder verzweigtes thermoplastisches Polymer oder Copolymer compoundiert mit zumindest einem hochverzweigten dendritischen Makromolekül, das im wesentlichen aus Ester- oder Polyestereinheiten, optional in Kombination mit Ether- oder Polyethereinheiten, aufgebaut ist, wobei das hochverzweigte dendritische Makromolekül aus einem monomeren oder polymeren Kern mit zumindest einer reaktiven Epoxid-, Hydroxyl-, Carboxyl- oder Anhydridgruppe besteht, wobei an den Kern 1 bis 100, bevorzugt 1 bis 20 und am meisten bevorzugt 2 bis 8, Verzweigungsgenerationen umfassend zumindest einen monomeren oder polymeren Verzweigungskettenextender mit zumindest drei reaktiven Gruppen, von denen zumindest eine eine Hydroxylgruppe und zumindest eine eine Carboxyl- oder Anhydridgruppe ist, und optional zumindest eine Abstandsgeneration umfassend zumindest einen Abstandskettenextender, wobei der Abstandskettenextender zwei reaktive Gruppen besitzt, von denen eine eine Hydroxylgruppe und eine eine Carboxyl- oder Anhydridgruppe ist, oder wobei der Abstandskettenextender ein innerer Ether, wie ein Lacton, davon ist, angefügt sind, **dadurch gekennzeichnet**, daß das lineare oder verzweigte thermoplastische Polymer oder Copolymer mit zumindest einer reaktiven oder pfpfbarbaren Stelle (F_1) ausgestattet ist, daß die terminalen Kettenextenderfunktionen des hochverzweigten dendritischen Makromoleküls im wesentlichen Hydroxyl-, Carboxyl- oder Anhydridgruppen sind und daß das hochverzweigte dendritische Makromolekül optional vollständig oder teilweise durch zumindest einen monomeren oder polymeren Kettenstopper kettenterminiert und/oder funktionalisiert ist, wobei das hochverzweigte dendritische Makromolekül durch die terminalen Kettenextenderfunktionen und/oder durch die optionalen Kettenbeendigung und/oder Funktionalisierung mit zumindest einer reaktiven oder pfpfbarbaren Stelle (F_2) ausgestattet ist, die reaktiv mit oder pfpfbar auf die reaktive oder pfpfbare Stelle (F_1) ist.

2. Thermoplastisches Compoundmaterial gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die reaktive oder pfpfbarbare Stelle (F_1) eine reaktive Stelle ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus einer Hydroxyl-, Epoxid-, Carboxyl-, Anhydrid-, Amin-, Amid-, Imid-, Cyano-, Sulfonat-, Halogenid-, Ester- und Alkenylgruppe ist.

3. Thermoplastisches Compoundmaterial gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die reaktive oder pfpfbarbare Stelle (F_1) ein abspaltbarer Wasserstoff ist.

4. Thermoplastisches Compoundmaterial gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die reaktive oder pfpfbarbare Stelle (F_2) eine reaktive Stelle ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus einer Hydroxyl-, einer Epoxid-, einer Carboxyl-, einer Anhydrid-, einer Amin-, einer Amid-, einer Imid-, einer Cy-

ano-, einer Sulfonat-, einer Halogenid-, einer Ester- und einer Alkenylgruppe ist.

5. Thermoplastisches Compoundmaterial gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das thermoplastische Polymer oder Copolymer ein thermoplastisches Pfropfpolymer oder -copolymer bestehend aus zumindest einem ungesättigten Monomer gepfropft auf ein thermoplastisches Polymer oder Copolymer ist, wobei das Polymer oder Copolymer mit zumindest einer, bevorzugt endständigen, reaktiven funktionellen Stelle (F_1) ausgestattet wird.

6. Thermoplastisches Compoundmaterial gemäß Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Monomer eine ungesättigte Verbindung mit zumindest einer C=C-Bindung und zumindest einer reaktiven Hydroxyl-, Epoxid-, Carboxyl-, Anhydrid-, Amin-, Amid-, Imid-, Cyano- oder Sulfonatgruppe ist.

7. Thermoplastisches Compoundmaterial gemäß Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Monomer Acrylsäure, Methacrylsäure, Crotonsäure, Maleinsäureanhydrid, Fumarsäure, Hydroxyalkylacrylat, Hydroxyalkylmethacrylat oder Acrylnitril ist.

8. Thermoplastisches Compoundmaterial gemäß einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß das in dem thermoplastischen Compoundmaterial eingeschlossene thermoplastische Polymer ausgewählt ist aus der Polymergruppe bestehend aus:

- i) Polyalkylen,
- ii) Poly(alkylenoxid),
- iii) Poly(oxyalkylen),
- iv) Poly(halogenalkylen),
- v) Poly(alkylenphthalat oder -terephthalat),
- vi) Poly(phenyl oder phenylen)
- vii) Poly(phenylenoxid oder sulfid)
- viii) Poly(vinylacetat),
- ix) Poly(vinylalkohol),
- x) Poly(vinylhalogenid),
- xi) Poly(vinylidenhalogenid),
- xii) Poly(vinylnitril),
- xiii) Polyamid,
- xiv) Polyimid,
- xv) Polycarbonat,
- xvi) Polysiloxan,
- xvii) Poly(acryl- oder methacrylsäure),
- xviii) Poly(acrylat oder methacrylat),
- xix) einem natürlichen Polymer, wie Cellulose oder einem Derivat davon, und
- xx) einem synthetischen Polymer, wie einem synthetischen Kautschuk.

9. Thermoplastisches Compoundmaterial gemäß einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß das in dem thermoplastischen Compoundmaterial eingeschlossene thermoplastische Copolymer zumindest ein Monomer umfaßt, das identisch ist mit zumindest einem Monomer eingeschlossen in zumindest einem thermoplastischen Polymer ausgewählt aus der Polymergruppe bestehend aus:

- i) Polyalkylen,
- ii) Poly(alkylenoxid),
- iii) Poly(oxyalkylen),
- iv) Poly(halogenalkylen),
- v) Poly(alkylenphthalat oder -terephthalat),
- vi) Poly(phenyl oder phenylen)
- vii) Poly(phenylenoxid oder sulfid)
- viii) Poly(vinylacetat),
- ix) Poly(vinylalkohol),
- x) Poly(vinylhalogenid),
- xi) Poly(vinylidenhalogenid),
- xii) Poly(vinylnitril),
- xiii) Polyamid,
- xiv) Polyimid,
- xv) Polycarbonat,
- xvi) Polysiloxan,

- xvii) Poly(acryl- oder methacrylsäure),
- xviii) Poly(acrylat oder methacrylat),
- xix) einem natürlichen Polymer, wie Cellulose oder einem Derivat davon, und
- xx) einem synthetischen Polymer, wie einem synthetischen Kautschuk.

10. Thermoplastisches Compoundmaterial gemäß einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß das in dem thermoplastischen Compoundmaterial eingeschlossene thermoplastische Polymer oder Copolymer Celluloseacetat, Cellulosepropionat, Celluloseacetatbutyrat, Celluloseacetatpropionat, Carboxymethylcellulose, Cellulosenitrat, Alkylcellulose, Polyamid, Polybutylen, Poly(butylenterephthalat), Polyethylen, Poly(ethylenoxid), Poly(chlortrifluorethylen), Poly(diallylphthalat), Poly(ethylenerephthalat), Polyisobutylen, Poly(methylmethacrylat), Poly-(4-methylpentylen), Poly(oxymethylen), Polypropylen, Poly(propylenoxid), Poly(phenylsulfon), Polystyrol, Poly(tetrafluorethylen), Poly(vinylacetat), Poly(vinylalkohol), Poly(vinylbutyral), Poly(vinylchlorid), Poly(vinylidenchlorid), Poly(vinylidenfluorid), Poly(vinylfluorid), Poly(vinylformal), Poly(vinylcarbazol), Poly(vinylpyrrolidon), Poly(acrylonitrilbutadienstyrol), Poly(acrylonitrilmethylmethacrylat), Poly(acrylonitrilstyrolacrylat), Poly(ethylenethylacrylat), Poly(ethylenpropylen), Poly(ethylenvinylacetat), Poly(tetrafluorethylenhexafluorpropylen), Poly(styrolbutadien), Poly(styrol- α -methylstyrol), Poly(vinylchloridethylen), Poly(vinylchloridethylenmethacrylat), Poly(vinylchloridmethacrylat), Poly(vinylchloridvinylacetat), Poly(vinylchloridvinylidenchlorid) und/oder Poly(diallylisophthalat) ist.

11. Thermoplastisches Compoundmaterial gemäß einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß das thermoplastische Polymer oder Copolymer des thermoplastischen Compoundmaterials ein Molekulargewicht von 500 bis 500.000, wie 1.000 bis 100.000 oder 5.000 bis 50.000, hat.

12. Thermoplastisches Compoundmaterial gemäß einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Kern des hochverzweigten dendritischen Makromoleküls ein ein-, zwei-, drei- oder mehrwertiger Alkohol ist.

13. Thermoplastisches Compoundmaterial gemäß einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Kern ein Reaktionsprodukt zwischen einem ein-, zwei-, drei- oder mehrwertigen Alkohol und einem Alkylenoxid, wie Ethylenoxid, Propylenoxid, Butylenoxid und/oder Phenylethylenoxid, ist.

14. Thermoplastisches Compoundmaterial gemäß Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, daß der zwei-, drei- oder mehrwertige Alkohol 5-Ethyl-5-hydroxymethyl-1,3-dioxan, 5,5-Dihydroxymethyl-1,3-dioxan, Ethylenglycol, Diethylenglycol, Triethylenglycol, Propylenglycol, Dipropylenglycol, Pentandiol, Neopentylglycol, 1,3-Propandiol, 2-Methyl-2-propyl-1,3-propandiol, 2-Ethyl-2-butyl-1,3-propandiol, Cyclohexandimethanol, Trimethylolpropan, Trimethylolethan, Glycerol, Erythritol, Anhydroennea-heptitol, Ditrithymololpropan, Ditrithymylolethan, Pentaerythritol, Methylglucosid, Dipentaerythritol, Tripentaerythritol, Glucose, Sorbitol, ethoxyliertes Trimethylolethan, propoxyliertes Trimethylolethan, ethoxyliertes Trimethylolpropan, propoxyliertes Trimethylolpropan, ethoxyliertes Pentaerythritol oder propoxyliertes Pentaerythritol ist.

15. Thermoplastisches Compoundmaterial gemäß einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Kern des hochverzweigten dendritischen Makromoleküls ein ein-, zwei-, drei- oder mehrfunktionelles Epoxid ist.

16. Thermoplastisches Compoundmaterial gemäß Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß das Epoxid ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus:

- i) einem Glycidylester einer einwertigen Carbonsäure mit 1 bis 24 Kohlenstoffatomen,
- ii) einem Glydicylether eines einwertigen Alkohols mit 1 bis 24 Kohlenstoffatomen,
- iii) einem Glydicylether eines zwei-, drei- oder mehrwertigen Alkohols,
- iv) einem Mono-, Di- oder Triglydicyl-substituierten Isocyanurat,
- v) einem Glycidylether eines Kondensationsprodukts zwischen zumindest einem Phenol und zumindest einem Aldehyd oder eines Oligomers eines solchen Kondensationsprodukts,
- vi) einem Glycidylether eines Kondensationsprodukts zwischen zumindest einem Phenol und zumindest einem Keton oder eines Oligomers eines solchen Kondensationsprodukts, und
- vii) einem Glycidylether eines Reaktionsprodukts zwischen zumindest einem ein-, zwei-, drei- oder mehrwertigen Alkohol und Ethylen, Propylen, Butylen und/oder Phenylethylenoxid.

17. Thermoplastisches Compoundmaterial gemäß einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Kern des hochverzweigten dendritischen Makromoleküls ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus:

- i) einer ein-, zwei-, drei- oder mehrwertigen gesättigten Carbonsäure oder eines Anhydrids,
- ii) einer ein-, zwei-, drei- oder mehrwertigen ungesättigten Carbonsäure oder eines Anhydrids,
- iii) einem carboxyfunktionellen Addukt einer ein-, zwei-, drei- oder mehrwertigen gesättigten Carbonsäure oder eines Anhydrids und
- iv) einem carboxyfunktionellen Addukt einer ein-, zwei-, drei- oder mehrwertigen ungesättigten Carbonsäure oder eines Anhydrids.

18. Thermoplastisches Compoundmaterial gemäß einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Kern des hochverzweigten dendritischen Makromoleküls eine hydroxyfunktionelle Carbonsäure oder ein Anhydrid ist.

19. Thermoplastisches Compoundmaterial gemäß Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß der Kern 2,2-Dimethylolpropionsäure, α,α -Bis(hydroxymethyl)buttersäure, α,α,α -Tris(hydroxymethyl)essigsäure, α,α -Bis(hydroxymethyl)valeriansäure, α,α -Bis(hydroxy)propionsäure, 3,5-Dihydroxybenzoesäure oder α,β -Dihydroxypropionsäure ist.

20. Thermoplastisches Compoundmaterial gemäß einem der Ansprüche 1 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß der Verzweigungskettenextender des hochverzweigten dendritischen Makromoleküls ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus:

- i) einer aliphatischen zwei-, drei- oder mehrhydroxyfunktionellen gesättigten oder ungesättigten einwertigen Carbonsäure oder eines Anhydrids,
- ii) einer cycloaliphatischen zwei-, drei- oder mehrhydroxyfunktionellen gesättigten oder ungesättigten einwertigen Carbonsäure oder eines Anhydrids,
- iii) einer aromatischen zwei-, drei- oder mehrhydroxyfunktionellen einwertigen Carbonsäure oder eines Anhydrids,
- iv) einer aliphatischen monohydroxyfunktionellen gesättigten oder ungesättigten zwei-, drei- oder mehrwertigen Carbonsäure oder eines Anhydrids,
- v) einer cycloaliphatischen monohydroxyfunktionellen gesättigten oder ungesättigten zwei-, drei- oder mehrwertigen Carbonsäure oder eines Anhydrids,
- vi) einer aromatischen monohydroxyfunktionellen zwei-, drei- oder mehrwertigen Carbonsäure oder eines Anhydrids und
- vii) eines Esters hergestellt aus zwei oder mehr der hydroxyfunktionellen Carbonsäuren oder Anhydride.

21. Thermoplastisches Compoundmaterial gemäß Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, daß der Verzweigungskettenextender 2,2-Dimethylolpropionsäure, α,α -Bis(hydroxymethyl)buttersäure, α,α,α -Tris(hydroxymethyl)essigsäure, α,α -Bis(hydroxymethyl)valeriansäure, α,α -Bis(hydroxy)propionsäure, 3,5-Dihydroxybenzoesäure, α,β -Dihydroxypropionsäure, Heptonsäure, Zitronensäure, d- oder l-Weinsäure, Dihydroxymalonsäure und/oder d-Gluconsäure ist.

22. Thermoplastisches Compoundmaterial gemäß einem der Ansprüche 1 bis 21, dadurch gekennzeichnet, daß der optionale Abstandskettenextender des hochverzweigten dendritischen Makromoleküls eine aliphatische, cycloaliphatische oder aromatische monohydroxyfunktionelle einwertige Carbonsäure oder ein Anhydrid ist oder ein innerer Ether, wie ein Lacton, solch einer Säure ist.

23. Thermoplastisches Compoundmaterial gemäß Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, daß der Abstandskettenextender Hydroxyessigsäure, Hydroxyvaleriansäure, Hydroxypropionsäure, Hydroxypivalensäure, Glycolid, δ -Valerolacton, β -Propiolacton und/oder ϵ -Caprolacton ist.

24. Thermoplastisches Compoundmaterial gemäß einem der Ansprüche 1 bis 23, dadurch gekennzeichnet, daß die optionale Kettenbeendigung des hochverzweigten dendritischen Makromoleküls durchgeführt wird mittels zumindest eines Kettenstoppers ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus:

- i) einer aliphatischen oder cycloaliphatischen gesättigten oder ungesättigten einwertigen Carbonsäure oder eines Anhydrids mit 1 bis 24 Kohlenstoffatomen,
- ii) einer aromatischen einwertigen Carbonsäure oder eines Anhydrids,
- iii) einem Diisocyanat, einem Oligomer oder einem Addukt davon,
- iv) einem Glydicyl ester einer einwertigen Carbonsäure oder eines Anhydrids mit 1 bis 24 Kohlenstoffatomen,
- v) einem Glycidylether eines einwertigen Alkohols mit 1 bis 24 Kohlenstoffatomen,
- vi) einem Addukt einer aliphatischen oder cycloaliphatischen gesättigten oder ungesättigten ein-, zwei-, drei- oder mehrwertigen Carbonsäure oder eines Anhydrids mit 1 bis 24 Kohlenstoffatomen,
- vii) einem Addukt aus einer aromatischen ein-, zwei-, drei- oder mehrwertigen Carbonsäure oder einem Anhydrid mit 1 bis 24 Kohlenstoffatomen.

drid,

viii) einem Epoxid einer ungesättigten einwertigen Carbonsäure oder einem entsprechenden Triglycerid, wobei die Säure 3 bis 24 Kohlenstoffatome hat,

ix) einem aliphatischen oder cycloaliphatischen gesättigten oder ungesättigten einwertigen Alkohol,

x) einem aromatischen einwertigen Alkohol,

xi) einem Addukt eines aliphatischen oder cycloaliphatischen gesättigten oder ungesättigten ein-, zwei-, drei- oder mehrwertigen Alkohols und

xii) einem Addukt eines aromatischen ein-, zwei-, drei- oder mehrwertigen Alkohols.

25. Thermoplastisches Compoundmaterial gemäß Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, daß der Kettenstopper Ameisensäure, Essigsäure, Propionsäure, Butansäure, Hexansäure, Acrylsäure, Methacrylsäure, Crotonsäure, Laurinsäure, Leinfettsäure, Sojafettsäure, Tallölfettsäure, dehydrierte Castorfettsäure, Capronsäure, Caprylsäure, Benzoessäure, Behensäure, Montansäure, p-tert. Butylbenzoessäure, Abietinsäure, Sorbinsäure, 1-Chlor-2,3-epoxypropan, 1,4-Dichlor-2,3-epoxybutan, epoxidierter Sojafettsäure, Trimethylolpropandiallylethermaleat, 5-Methyl-5-hydroxymethyl-1,3-dioxan, 5-Ethyl-5-hydroxymethyl-1,3-dioxan, Glyceroldiallylether, Trimethylolpropandiallylether, Pentaerythritoltriallether, Pentaerythritoltriacrylat, Pentaerythritoltriethoxylatriacrylat, Phenylisocyanat, Toluol-2,4-diisocyanat, Toluol-2,6-diisocyanat, Hexamethylen-diisocyanat und/oder Isophorondiisocyanat.

26. Thermoplastisches Compoundmaterial gemäß einem der Ansprüche 1 bis 25, dadurch gekennzeichnet, daß die reaktive oder pfropfbare Stelle (F_2) durch Funktionalisierung, wie Addition, Oxidation, Epoxidierung und/oder Allylierung, des hochverzweigten dendritischen Makromoleküls oder seiner optionalen Kettenbeendigung erhalten wird.

27. Thermoplastisches Compoundmaterial gemäß Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, daß die Funktionalisierung unter Verwenden eines Epihalohydrins, wie Epichlorhydrin, durchgeführt wird.

28. Thermoplastisches Compoundmaterial gemäß Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, daß die Funktionalisierung unter Verwenden eines Allylhalogenids, wie Allylchlorid und/oder Allylbromid, durchgeführt wird.

29. Thermoplastisches Compoundmaterial gemäß Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, daß die Funktionalisierung unter Verwenden eines Acrylnitrils durchgeführt wird, was zumindest eine Cyanogruppe ergibt.

30. Thermoplastisches Compoundmaterial gemäß Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, daß die Funktionalisierung durch Addition von zumindest einem ungesättigten Anhydrid an eine nukleophile Endgruppe, wie $-O^-$ oder $-N_2^-$ in den Dendriten des hochverzweigten dendritischen Makromoleküls und/oder seiner optionalen Kettenbeendigung durchgeführt wird.

31. Thermoplastisches Compoundmaterial gemäß Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, daß die Funktionalisierung durch Michael-Addition von zumindest einem ungesättigten Anhydrid, wie Maleinsäureanhydrid, an eine Unsatigung innerhalb des hochverzweigten dendritischen Makromoleküls und/oder seiner optionalen Kettenbeendigung durchgeführt wird.

32. Thermoplastisches Compoundmaterial gemäß Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, daß die Funktionalisierung unter Verwenden eines Oxidationsmittels, wie einer Peroxy- oder einer Haloperoxyssäure oder Anhydrid, durchgeführt wird.

33. Thermoplastisches Compoundmaterial gemäß Anspruch 32, dadurch gekennzeichnet, daß das Oxidationsmittel Peroxyameisensäure, Peroxyessigsäure, Peroxybenzoessäure, m-Chlorperoxybenzoessäure, Trifluorperoxyessigsäure und/oder Mischungen davon oder damit ist.

34. Thermoplastisches Compoundmaterial gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das lineare oder verzweigte thermoplastische Polymer oder Copolymer mit zumindest einer reaktiven funktionellen Stelle (F_1) ausgestattet ist, die eine Anhydridgruppe ist, an die das hochverzweigte dendritische Makromolekül, das mit zumindest einer reaktiven funktionellen Stelle (F_2), die eine Hydroxylgruppe ist, ausgestattet ist, durch Reaktion zwischen den reaktiven Stellen (F_1) und (F_2) gebunden ist.

35. Thermoplastisches Compoundmaterial gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das lineare oder verzweigte thermoplastische Polymer oder Copolymer mit zumindest einer pfropfbaren Stelle (F_1) ausgestattet ist, wobei auf diese Funktion zumindest ein hochverzweigtes dendritisches Makromolekül, ausgestattet

mit zumindest einer reaktiven oder pfropfbaren Stelle (F_2), die eine Alkenylgruppe ist, aufgepfropft ist.

36. Thermoplastische Zusammensetzung, dadurch gekennzeichnet, daß die Zusammensetzung zwei oder mehr Komponenten umfaßt, wobei zumindest eine ein thermoplastisches Compoundmaterial gemäß einem der Ansprüche 1 bis 35 ist.

37. Thermoplastische Zusammensetzung gemäß Anspruch 36, dadurch gekennzeichnet, daß das thermoplastische Compoundmaterial in einer Menge von 0,001 bis 75 Gew.-%, bevorzugt 0,01 bis 30 Gew.-% und am meisten bevorzugt 0,1 bis 15 Gew.-%, der Zusammensetzung vorhanden ist.

38. Thermoplastische Zusammensetzung gemäß Anspruch 36 oder 37, dadurch gekennzeichnet, daß die thermoplastische Zusammensetzung zusätzlich zu dem thermoplastischen Compoundmaterial zumindest ein oberflächenbehandeltes, bevorzugt verstärkendes Material, umfaßt.

39. Thermoplastische Zusammensetzung gemäß Anspruch 38, dadurch gekennzeichnet, daß das oberflächenbehandelte Material aus Glasfasern und/oder Glasteilchen besteht.

40. Thermoplastische Zusammensetzung gemäß Anspruch 38 oder 39, dadurch gekennzeichnet, daß das Material mit zumindest einem Silan, bevorzugt Methacrylsilan und/oder Aminosilan, oberflächenbehandelt ist.

41. Thermoplastische Zusammensetzung gemäß Anspruch 36 bis 40, dadurch gekennzeichnet, daß die Zusammensetzung zusätzlich zu der Komponente/den Komponenten zumindest ein thermoplastisches Polymer ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus:

- i) Polyalkylen,
 - ii) Poly(alkylenoxid),
 - iii) Poly(oxyalkylen),
 - iv) Poly(halogenalkylen),
 - v) Poly(alkylenphthalat oder -terephthalat),
 - vi) Poly(phenyl oder phenylen)
 - vii) Poly(phenylenoxid oder sulfid)
 - viii) Poly(vinylacetat),
 - ix) Poly(vinylalkohol),
 - x) Poly(vinylhalogenid),
 - xi) Poly(vinylidenhalogenid),
 - xii) Poly(vinylnitril),
 - xiii) Polyamid,
 - xiv) Polyimid,
 - xv) Polycarbonat,
 - xvi) Polysiloxan,
 - xvii) Poly(acryl- oder methacrylsäure),
 - xviii) Poly(acrylat oder methacrylat),
 - xix) einem natürlichen Polymer, wie Cellulose oder einem Derivat davon, und
 - xx) einem synthetischen Polymer, wie einem synthetischen Kautschuk,
- umfaßt.

42. Thermoplastische Zusammensetzung gemäß Anspruch 36 bis 40, dadurch gekennzeichnet, daß die Zusammensetzung zusätzlich zu der Komponente/den Komponenten zumindest ein thermoplastisches Copolymer umfassend zumindest ein Monomer, das mit zumindest einem Monomer identisch ist, das in zumindest einem Polymer ausgewählt aus der Polymergruppe bestehend aus:

- i) Polyalkylen,
- ii) Poly(alkylenoxid),
- iii) Poly(oxyalkylen),
- iv) Poly(halogenalkylen),
- v) Poly(alkylenphthalat oder -terephthalat),
- vi) Poly(phenyl oder phenylen)
- vii) Poly(phenylenoxid oder sulfid)
- viii) Poly(vinylacetat),
- ix) Poly(vinylalkohol),
- x) Poly(vinylhalogenid),

- xi) Poly(vinylidenhalogenid),
- xii) Poly(vinylnitril),
- xiii) Polyamid,
- xiv) Polyimid,
- xv) Polycarbonat,
- xvi) Polysiloxan,
- xvii) Poly(acryl- oder methacrylsäure),
- xviii) Poly(acrylat oder methacrylat),
- xix) einem natürlichen Polymer, wie Cellulose oder einem Derivat davon, und
- xx) einem synthetischen Polymer, wie einem synthetischen Kautschuk, enthalten ist.

43. Thermoplastische Zusammensetzung gemäß einem der Ansprüche 36 bis 42, dadurch gekennzeichnet, daß die Zusammensetzung zumindest ein Pigment umfaßt.

44. Thermoplastische Zusammensetzung gemäß einem der Ansprüche 36 bis 43, dadurch gekennzeichnet, daß die Zusammensetzung zumindest ein füllendes, modifizierendes, verstärkendes, feuerhemmendes und/oder schmierendes Additiv umfaßt.

45. Thermoplastische Zusammensetzung gemäß einem der Ansprüche 36 bis 43, dadurch gekennzeichnet, daß die Zusammensetzung zumindest ein mineralenthaltendes Additiv, wie Kalk, Glimmer oder Graphit, umfaßt.

46. Thermoplastische Zusammensetzung gemäß einem der Ansprüche 36 bis 45, dadurch gekennzeichnet, daß die Zusammensetzung zumindest ein Additiv ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Cellulose, Glasteilchen, Glasfasern, Kohlen- oder Graphitfasern, Aramidfasern, Stahlfasern und/oder thermoplastischen Fasern umfaßt.

47. Thermoplastische Zusammensetzung gemäß einem der Ansprüche 36 bis 46, dadurch gekennzeichnet, daß jede thermoplastische Komponente einzeln in Form von Pulver, Pellets, Körnchen, Stäben, Schichten oder Blöcken vorhanden ist.

48. Thermoplastische Zusammensetzung gemäß einem der Ansprüche 36 bis 47, dadurch gekennzeichnet, daß die Komponenten mittels Co-Extrusion, Vermischen, Mahlen oder anderen Verarbeitungstechniken gemischt werden, um eine Mischung zu ergeben.

49. Thermoplastische Zusammensetzung gemäß einem der Ansprüche 36 bis 48, dadurch gekennzeichnet, daß die Zusammensetzung ein homogenes Material oder eine homogene Mischung in Form eines Pulvers, Pellets, Körnchen, Stäbchen, Schichten oder Blöcken ist.

50. Thermoplastischer Artikel, dadurch gekennzeichnet, daß der thermoplastische Artikel aus einem oder mehreren Thermoplasten hergestellt ist, wobei zumindest einer ein thermoplastisches Compoundmaterial gemäß einem der Ansprüche 1 bis 35 ist.

51. Thermoplastischer Artikel gemäß Anspruch 50, dadurch gekennzeichnet, daß der thermoplastische Artikel zusätzlich zu dem thermoplastischen Compoundmaterial ein oder mehrere lineare oder verzweigte thermoplastische Polymere oder Copolymere und/oder eine oder mehrere thermoplastische Zusammensetzungen umfassend ein oder mehrere lineare oder verzweigte thermoplastische Polymere oder Copolymer umfaßt.

52. Thermoplastischer Artikel gemäß Anspruch 51, dadurch gekennzeichnet, daß das zusätzliche thermoplastische Polymer einzeln aus der Polymergruppe bestehend aus:

- i) Polyalkylen,
- ii) Poly(alkylenoxid),
- iii) Poly(oxyalkylen),
- iv) Poly(halogenalkylen),
- v) Poly(alkylenphthalat oder -terephthalat),
- vi) Poly(phenyl oder phenylen)
- vii) Poly(phenylenoxid oder sulfid)
- viii) Poly(vinylacetat),
- ix) Poly(vinylalkohol),

- x) Poly(vinylhalogenid),
- xi) Poly(vinylidenhalogenid),
- xii) Poly(vinylnitril),
- xiii) Polyamid,
- xiv) Polyimid,
- xv) Polycarbonat,
- xvi) Polysiloxan,
- xvii) Poly(acryl- oder methacrylsäure),
- xviii) Poly(acrylat oder methacrylat),
- xix) einem natürlichen Polymer, wie Cellulose oder einem Derivat davon, und
- xx) einem synthetischen Polymer, wie einem synthetischen Kautschuk, ausgewählt ist.

53. Thermoplastischer Artikel gemäß Anspruch 51, dadurch gekennzeichnet, daß das zusätzliche Copolymer zumindest ein Monomer umfaßt, das mit zumindest einem Monomer identisch ist, das in zumindest einem Polymer ausgewählt aus der Polymergruppe bestehend aus:

- i) Polyalkylen,
- ii) Poly(alkylenoxid),
- iii) Poly(oxyalkylen),
- iv) Poly(halogenalkylen),
- v) Poly(alkylenphthalat oder -terephthalat),
- vi) Poly(phenyl oder phenylen)
- vii) Poly(phenylenoxid oder sulfid)
- viii) Poly(vinylacetat),
- ix) Poly(vinylalkohol),
- x) Poly(vinylhalogenid),
- xi) Poly(vinylidenhalogenid),
- xii) Poly(vinylnitril),
- xiii) Polyamid,
- xiv) Polyimid,
- xv) Polycarbonat,
- xvi) Polysiloxan,
- xvii) Poly(acryl- oder methacrylsäure),
- xviii) Poly(acrylat oder methacrylat),
- xix) einem natürlichen Polymer, wie Cellulose oder einem Derivat davon, und
- xx) einem synthetischen Polymer, wie einem synthetischen Kautschuk, enthalten ist.

54. Thermoplastischer Artikel gemäß einem der Ansprüche 50 bis 53, dadurch gekennzeichnet, daß der thermoplastische Artikel mit Teilchen und/oder Fasern, wie Cellulose, Kalk, Glimmer, Glasteilchen, Glasfasern, Kohlenfasern, Graphitfasern, Aramidfasern, Stahlfasern und/oder thermoplastischen Fasern verstärkt ist.

55. Thermoplastischer Artikel gemäß Anspruch 54, dadurch gekennzeichnet, daß die Teilchen oder Fasern Glasteilchen oder Fasern sind, wobei die Teilchen oder Fasern mit zumindest einem Silan, wie Methacrylsilan und/oder Aminosilan, oberflächenbehandelt sind.

56. Thermoplastischer Artikel gemäß einem der Ansprüche 50 bis 55, dadurch gekennzeichnet, daß der thermoplastische Artikel laminiert, in Bahnen geformt oder mittels anderer Mittel aufgebracht ist, um eine Kompositstruktur, in Form einer Deckschicht, einer Unterschicht oder einer Zwischenschicht, mit zumindest einer zusätzlichen thermoplastischen Verbindung oder Zusammensetzung, zumindest einem Metall, zumindest einem cellulosebasierten Substrat und/oder zumindest einem Duroplasten oder duroplastischen Kompositmaterial zu ergeben.

57. Thermoplastischer Artikel gemäß Anspruch 56, dadurch gekennzeichnet, daß der Duroplast oder das duroplastische Kompositmaterial zumindest ein duroplastisches Harz ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus:

- i) einem kettenbeendeten hochverzweigten dendritischen Makromolekül vom Polyestertyp mit zumindest einer primären oder sekundären reaktiven Stelle, die zum Beispiel eine Epoxidgruppe, eine Aminogruppe, eine Alkenylgruppe oder eine Anhydridgruppe ist, die bevorzugt durch Kettenbeendigung des Makromoleküls erhalten wurde,

- ii) ein monomeres oder polymeres Epoxid,
- iii) ein gummimodifiziertes monomeres oder polymeres Epoxid,
- iv) ein gesättigter oder ungesättigter Ester,
- v) ein gesättigter oder ungesättigter Polyester,
- vi) ein hydroxyfunktioneller gesättigter oder ungesättigter Ester,
- vii) ein hydroxyfunktioneller gesättigter oder ungesättigter Polyester,
- viii) ein Polyamin oder ein Polyamid,
- ix) ein Bismaleimid
- x) ein Phenol-formaldehydharz,
- xi) ein phenolisches Aminoharz,
- xii) ein Polyimid oder Polyetherimid,
- xiii) ein Melamin-formaldehydharz,
- xiv) ein Harnstoff-formaldehydharz,
- xv) ein Isocyanat und
- xvi) ein Urethan oder ein Polyurethan mit einer der funktionellen Gruppen -OH, -COOH oder -NCO, umfaßt, wobei das thermoplastische Harz optional zumindest ein Vernetzungsmittel, einen Katalysator, einen Inhibitor oder einen Stabilisator umfaßt.

58. Thermoplastischer Artikel gemäß einem der Ansprüche 50 bis 57, dadurch gekennzeichnet, daß der thermoplastische Artikel ein halbfertiger oder fertiger Artikel ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus:

- i) Luftfahrtgütern und -artikeln,
 - ii) nautischen Gütern und Artikeln,
 - iii) Halshaltsgütern und -artikeln,
 - iv) Innen- und Außenbaumaterialien und -artikeln,
 - v) Gütern und Artikeln für Autos,
 - vi) Sportgütern und -artikeln,
 - vii) Freizeit- und Gebrauchsgütern und -artikeln und
 - viii) elektrischen und elektronischen Gütern und Artikeln
- ist.

Es folgt kein Blatt Zeichnungen