



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2008 063 562 A1** 2010.07.01

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2008 063 562.6**

(22) Anmeldetag: **18.12.2008**

(43) Offenlegungstag: **01.07.2010**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **C08L 23/16** (2006.01)

**B29B 9/00** (2006.01)

**C08J 3/24** (2006.01)

(71) Anmelder:

**Fachhochschule Osnabrück, 49076 Osnabrück,  
DE**

(74) Vertreter:

**BOEHMERT & BOEHMERT, 28209 Bremen**

(72) Erfinder:

**Vennemann, Norbert, 49080 Osnabrück, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

**US 2005/01 54 135 A1**

**JP 2005171190 A** in: Thomson-Derwent Ref., aus  
WPI-Online, rech. bei STN, acc.#  
2005-482694[49]

**JP 2007070602 A** in: Thomson-Derwent Ref., aus  
WPI-Online, rech. bei STN, acc.#  
2007-356871[34]

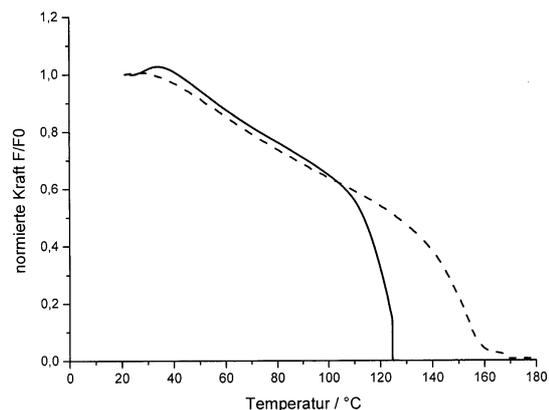
**JP 06287374 A** in: Thomson-Derwent Ref., aus  
WPI-Online, rech. bei STN, acc.#  
1994-363712[45]

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Thermoplastisches Vulkanisat, Herstellungsverfahren und Verwendung desselben**

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft ein pulverförmiges thermoplastisches Vulkanisat, umfassend ein Polymerblend aus 20-40 Gewichtsprozent Polyethylen hoher Dichte (HDPE) und 80-60 Gewichtsprozent Ethylen-Propylen-Dien-Kautschuk (EPDM), wobei das EPDM mit Hilfe eines Vernetzungssystems auf Phenolharzbasis dynamisch vernetzt ist und das Vulkanisat einen Schmelzindex (gemessen gemäß DIN ISO 1133 bei 190°C/21,6 kg) von weniger als 1 g/10 Minuten und eine Shore A-Härte von weniger als 90 aufweist; sowie ein Verfahren zur Herstellung desselben und dessen Verwendung zur Herstellung einer Pressplatte.



**Beschreibung**

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein pulverförmiges thermoplastisches Vulkanisat, ein Herstellungsverfahren und die Verwendung desselben.

**[0002]** Thermoplastische Vulkanisate sind im Stand der Technik hinlänglich bekannt. Thermoplastische Vulkanisate sind Blends, bestehend aus einem thermoplastischen Kunststoff und einem vernetzten Elastomeren, wobei die Vernetzung des Elastomeren durch dynamische Vulkanisation erfolgt, welche ebenfalls auf dem Fachgebiet hinreichend bekannt ist.

**[0003]** Unter dem Begriff dynamische Vulkanisation versteht man ein Verfahren, bei dem der thermoplastische Kunststoff, der Kautschuk und das Vernetzungssystem intensiv gemischt werden, so dass sich zunächst eine co-kontinuierliche Phasenmorphologie einstellt, d. h. der thermoplastische Kunststoff, als auch der (noch unvernetzte) Kautschuk bilden jeweils kontinuierliche Phasen, die sich gegenseitig durchdringen. Danach kommt es während des Mischvorgangs zu einer selektiven Vernetzung der Kautschukphase, siehe beispielsweise US 4,130,535 A und US 4,311,628 A. Durch die Vernetzung und dem damit verbundenen Viskositätsanstieg bricht bei ausreichender Scherung die Kautschukphase auf, und geht nunmehr in eine disperse Phase über, wobei durch die Vernetzung des Kautschuks gleichzeitig die Umwandlung zum Elastomer erfolgt. Der Übergang von der kontinuierlichen zur dispersen Phasenmorphologie wird auch als Phaseninversion bezeichnet. Die aus dem Stand der Technik bekannten thermoplastischen Vulkanisate sind in der Regel fließfähig und werden im Spritzgußverfahren oder durch Extrusion verarbeitet. Thermoplastische Vulkanisate können für die unterschiedlichsten Anwendungszwecke vorgesehen sein und werden insbesondere zur Substitution von herkömmlichen Elastomeren (Gummi) eingesetzt. Ein großer Vorteil von thermoplastischen Vulkanisaten ergibt sich aus der Möglichkeit, damit auf besonders einfache Weise Verbundkörper mit anderen, insbesondere harten thermoplastischen Kunststoffen herzustellen. Diese so genannten Hart-/Weichverbunde finden in vielen technischen Produkten und Gebrauchsgegenständen breite Anwendung. Ein weiterer Anwendungsbereich könnte in der Beschichtung von Kunststoffplatten bestehen. Mit TPV beschichtete Kunststoffplatten, vorzugsweise Polyethylenplatten, noch bevorzugter Platten aus Polyethylen mit ultrahohem Molekulargewicht (Molekulargewicht ~6000 kg/mol), dämpfen Stöße besser und verringern den Abrieb im Vergleich zu nicht beschichteten Platten. Bisherige Verfahren zur Herstellung solcher Platten sahen vor, geeignete Schutzschichten aus herkömmlichen Elastomeren (Gummi, z. B. auf Basis von SBR oder NR) nachträglich aufzukleben, wobei es jedoch stets Schwierigkeiten gibt, eine zufriedenstellende Haftung zwischen der Schutzschicht und dem Material der Platte zu erzielen. Zur Erzielung einer ausreichenden Haftung muss u. a. eine aufwändige Vorbehandlung der Platte erfolgen, die zeitintensiv ist und den Umgang mit gesundheits- und umweltschädlichen Chemikalien, z. B. organische Lösungsmittel, erfordert.

**[0004]** Eine einfache Herstellung solcher Platten war bislang aufgrund der Fließfähigkeit der bekannten thermoplastischen Vulkanisate nicht möglich.

**[0005]** Es ist somit eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein thermoplastisches Vulkanisat bereitzustellen, das die Nachteile aus dem Stand der Technik überwindet, insbesondere in einer pressfähigen Form bereitgestellt werden kann.

**[0006]** Eine weitere Aufgabe besteht darin, ein Verfahren zur Herstellung eines solchen thermoplastischen Vulkanisats sowie ein Verfahren zur Herstellung einer mit thermoplastischem Vulkanisat beschichteten Pressplatte aus Kunststoff bereitzustellen.

**[0007]** Die erste Aufgabe wird gelöst durch ein pulverförmiges thermoplastisches Vulkanisat, umfassend ein Polymerblend aus 20–40 Gewichtsprozent Polyethylen hoher Dichte (HPDE) und 80–60 Gewichtsprozent Ethylen-Propylen-Dien-Kautschuk (EPDM), wobei das EPDM mit Hilfe eines Vernetzungssystems auf Phenolharzbasis dynamisch vernetzt ist und das Vulkanisat einen Schmelzindex (gemessen gemäß DIN ISO 1133 bei 190°C/21,6 kg) von weniger als 1 g/10 Minuten und eine Shore A-Härte von weniger als 90 aufweist.

**[0008]** Das erfindungsgemäße Vulkanisat liegt als krümel- bzw. pulverförmige Pressmasse vor. Unter krümelartigen Massen sollen auch granulatartige bzw. grobkörnige Massen, insbesondere also stückige bzw. teilchenförmige Massen verstanden werden. Die Partikelgröße der erfindungsgemäßen Vulkanisators liegt bevorzugt zwischen 1–3 mm. Wie einem Fachmann bekannt ist, sind Thermoplaste Kunststoffe, die sich in einem bestimmten Temperaturbereich einfach verformen lassen. Dieser Vorgang ist reversibel, das heißt er kann durch Abkühlung und Wiedererwärmung bis in den schmelzflüssigen Zustand beliebig oft wiederholt werden.

**[0009]** Dabei ist bevorzugt, dass das Phenolharz ein Resol umfasst. Phenolharze werden durch Polykondensation von Phenolen mit Aldehyden hergestellt. In Abhängigkeit von den Reaktionsbedingungen, den Mengenverhältnissen der Ausgangsstoffe und den eingesetzten Katalysatoren bilden sich dabei zwei Produktklassen. In Gegenwart von Basen und bei Formaldehydüberschuss (welcher üblicherweise zur Herstellung von Phenolharzen verwendet wird), entstehen Resole. Die Resole sind Gemische von Hydroxymethylphenolen, die über Methylen- und Methylenetherbrücken verknüpft sind und zudem reaktive Methylolgruppen enthalten. Bei „reinen“ Resolen reagieren bei der Vulkanisationstemperatur nur diese Methylolgruppen, währenddessen die Dimethylethergruppe unverändert bleibt. Um die Vulkanisationsgeschwindigkeit und den Vernetzungsgrad zu erhöhen, kann gegebenenfalls ein Beschleuniger eingesetzt werden, der eine Aufspaltung der Dimethylether-Brücken bewirkt und zum Verlust der oligomeren bzw. makromolekularen Struktur führt. Gebräuchlich sind hier insbesondere Spender von Halogenwasserstoffen, die als Säure den Abbau von Ethern beschleunigen. Spender sind zum Beispiel Metallhalogenide, von denen insbesondere das Zinn(II)-Chlorid-Dihydrat Verwendung findet und sich unter Halogenwasserstoffentwicklung in Zinndioxid verwandelt. Auch halogenhaltige Resole sind denkbar.

**[0010]** Ebenfalls wird vorgeschlagen, dass das Vernetzungssystem einen Spender von Halogenwasserstoffen, vorzugsweise Zinn(II)-Chlorid-Dihydrat umfasst.

**[0011]** Bevorzugt ist ferner, dass das thermoplastische Vulkanisat nur gering fließfähig ist.

**[0012]** Eine Ausführungsform zeichnet sich dadurch aus, dass das Polyethylen hoher Dichte eine Dichte von 0,93–0,97 g/cm<sup>3</sup> aufweist.

**[0013]** Bevorzugt ist auch, dass das EPDM zusammengesetzt ist aus 20 bis 60 Gewichtsprozent Propylen, 40 bis 75 Gewichtsprozent Ethylen und 2 bis 11 Gewichtsprozent nicht konjugiertem Dien.

**[0014]** Vorgeschlagen wird ferner, dass das nicht konjugierte Dien ausgewählt ist aus 1,4-Hexadien, Norbornadien, Ethylidennorbornen und Dicyclopentadien.

**[0015]** Erfindungsgemäß ist auch ein Verfahren zum Herstellen eines thermoplastischen Vulkanisats, gekennzeichnet durch die Schritte:

- Einfüllen von HDPE, EPDM und Vernetzungssystem in eine Mischvorrichtung mit einem Volumenfüllgrad von weniger als 40%, bevorzugt weniger als 30%;
- Mischen der eingefüllten Komponenten und dynamische Vernetzung des EPDM.

**[0016]** Dabei wird vorgeschlagen, dass HDPE und EPDM vor dem Einfüllen in die Mischvorrichtung vorgemischt worden sind und/oder das Vernetzungssystem nach Erwärmen von HDPE und EPDM auf etwa 150°C, bevorzugt etwa 180°C zugegeben wird.

**[0017]** Es ist bevorzugt, dass die Mischvorrichtung eine Knetvorrichtung ist.

**[0018]** Auch wird vorgeschlagen, dass das thermoplastisch Vulkanisat nach einem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellt ist.

**[0019]** Erfindungsgemäß ist auch ein Verfahren zum Herstellen einer mit thermoplastischem Vulkanisat beschichteten Pressplatte aus Kunststoff, umfassend die Schritte:

- Einfüllen eines Kunststoffgranulats oder -pulvers und des erfindungsgemäßen thermoplastischen Vulkanisats in eine Form;
- Pressen des eingefüllten Materials.

**[0020]** Dabei ist bevorzugt dass die Form zunächst optional mit thermoplastischem Vulkanisat, dann mit dem Kunststoffgranulat oder -pulver und abschließend wiederum mit dem thermoplastischen Vulkanisat schichtweise befüllt wird. Besonders bevorzugt ist, zunächst ein Kunststoffgranulat oder -pulver, wie UHMW-PE-Pulver einzufüllen, dieses Material kurz zu verdichten (durch Absenkung des Stempels), dann das pulverförmige thermoplastische Vulkanisat einzufüllen und anschließend alles zusammen zu verpressen, um eine einseitig beschichtete Kunststoffplatte herzustellen.

**[0021]** Es ist dabei überraschend, dass zwischen den Schichten eine sehr gute Verbundfestigkeit erzielt wird, obwohl keinerlei Haftvermittler eingesetzt werden.

**[0022]** Auch wird vorgeschlagen, dass das Kunststoffgranulat oder -pulver Polyethylengranulat oder -pulver ist.

**[0023]** Schließlich ist es bevorzugt, dass das Pressen bei einem Druck von mindestens 50 bar und einer Temperatur von 150°C bis 230°C erfolgt. Der Druck kann bis zu 500 bar betragen. Wesentlich ist, dass das Verfahren oberhalb der Schmelztemperatur, jedoch unterhalb der Zersetzungstemperatur des Polyethylens durchgeführt wird.

**[0024]** Überraschenderweise wurde erfindungsgemäß ein thermoplastisches Vulkanisat gefunden, das in Pulver- bzw. Granulatform bereitgestellt werden kann. Ein solches pulverförmiges thermoplastisches Vulkanisat war bislang nicht bekannt und kann nun in einem Pressverfahren bei Temperaturen oberhalb von etwa 150°C bis etwa 230°C verarbeitet werden. Das erfindungsgemäße thermoplastische Vulkanisat zeigt eine äußerst hohe Viskosität, die sich aus dem Wert für den Schmelzindex ergibt. Dieser beträgt gemäß DIN ISO 1133 bei 190°C/21,6 kg weniger als 1 g/10 Minuten. Das thermoplastische Vulkanisat besitzt eine gute Verbundfestigkeit mit Polyethylen mit ultrahohem Molekulargewicht (UHMW-PE), wenn beide Materialien im pulver- bzw. granulatförmigen Ausgangszustand unter hohem Druck und erhöhter Temperatur (mehr als 150°C) zu einem Materialverbund verpresst werden. Das Vulkanisat zeigt eine geringe Härte (< 90 Shore A) und verhält sich im Gebrauchstemperaturbereich gummielastisch. Da das hergestellte thermoplastische Vulkanisat bevorzugt nur schwer, besonders bevorzugt nicht fließfähig ist, kann es nur aufgrund seiner pulverförmigen Konsistenz die Kontur eines Formwerkes ausfüllen, um danach unter dem Einfluss hohen Drucks und erhöhter Temperatur ein festes Bauteil oder Halbzeug mit vollständig geschlossener, porenfreier Oberfläche zu ergeben.

**[0025]** Zur Herstellung des erfindungsgemäßen thermoplastischen Vulkanisats ist innerhalb des Mischverfahrens von HDPE und EDPM ein besonders niedriger Füllgrad der Mischvorrichtung wesentlich. Während üblicherweise mit Füllgraden zwischen 60 bis 80 Prozent gearbeitet wird, ist die Herstellung des erfindungsgemäßen Vulkanisats nur mit einem Füllgrad von maximal 40 Prozent möglich. Der geringe Füllgrad ermöglicht, dass sich die eingefüllten Materialien bei Vermischung und dynamischer Vernetzung der Kautschukkomponente ausdehnen können. Dieses Ausdehnen scheint wesentlich dafür zu sein, eine Phaseninversion und ein gleichzeitiges Auseinanderfallen der Masse in feinteiliges Pulver zu ermöglichen.

**[0026]** In einer besonders bevorzugten Ausführungsform kann ein zweistufiger Mischvorgang zur Herstellung des erfindungsgemäßen thermoplastischen Vulkanisats vorgesehen sein. Dabei wird in einer ersten Mischstufe bei normalem Volumenfüllgrad (etwa 60–80%) nur das EPDM mit dem HDPE vorgemischt. Auf diese Weise lässt sich eine feinstrukturierte co-kontinuierliche Phasenmorphologie erzielen. In einer zweiten Mischstufe wird dann lediglich ein Teil des vorgemischten Blends in eine Mischvorrichtung, beispielsweise einen Knetter, eingefüllt, so dass sich ein Füllgrad von maximal 40% ergibt. Bei Erreichen der für die dynamische Vulkanisation notwendigen Temperatur (etwa 180°C) wird das Vernetzungssystem zugegeben und der Prozess der dynamischen Vulkanisation durchgeführt.

**[0027]** Ohne an eine bestimmte Theorie gebunden werden zu möchten, wird angenommen, dass aufgrund dieses geringen Füllgrads sich die in die Mischvorrichtung eingefüllte Materialmischung ausdehnen kann. Im Zusammenspiel mit der dynamischen Vernetzung wird dadurch bewirkt, dass das zuvor zusammenhängende, fließfähige Mischgut in einen pulverförmigen Zustand zerfällt. Bei der Phaseninversion bilden sich vernetzte Elastomerpartikel aus EPDM. Diese werden von dem thermoplastischen Kunststoff (HDPE) umhüllt. Bei Temperaturen oberhalb der Schmelztemperatur (> 130°C) können die Partikel untereinander und mit Substratmaterial (beispielsweise UHMW-PE) verkleben bzw. verschweißen.

**[0028]** Die erfindungsgemäßen Verfahren zur Herstellung eines TPV bzw. einer mit TPV beschichteten Pressplatte sind sehr einfach und können in herkömmlichen Anlagen durchgeführt werden.

**[0029]** Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren zur Herstellung einer mit TPV-beschichteten Pressplatte können die Platten und deren Beschichtung gemeinsam in einem einzigen Pressverfahren hergestellt werden, was zu technologischen Vorteilen und insbesondere geringeren Produktionskosten führt. Im gleichen Verfahren lassen sich selbstverständlich auch andere Kunststoffformteile bzw. Kunststoffhalbzeuge herstellen. Derartige Halbzeuge werden unter anderem in vielen Bereichen des Schiff- und Fahrzeugbaus sowie in der Investitionsgüterindustrie eingesetzt.

**[0030]** Weitere Merkmale und Vorteile des erfindungsgemäßen thermoplastischen Vulkanisats ergeben sich aus der folgenden detaillierten Beschreibung eines Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf die beigefügte Zeichnung, in der [Fig. 1](#) das Spannungsrelaxationsverhalten eines erfindungsgemäßen pulverförmigen

thermoplastischen Vulkanisats auf Basis von EPDM/HDPE (Zusammensetzung gemäß Tabelle 1, durchgehende Kurve) im Vergleich zu einem handelsüblichen thermoplastischen Vulkanisats auf Basis von EPDM/PP (gestrichelte Kurve) darstellt.

**[0031]** Die oben genannte Anforderung in Bezug auf den Schmelzindex ist angepasst an die geringe Fließfähigkeit von handelsüblichem UHMW-PE (zum Beispiel GUR, Firma Ticona), das aufgrund der extrem hohen Molmasse ( $> 10^6$  g/mol) ebenfalls Schmelzindexwerte von weniger als 1 g/10 Minuten aufweist. In Tabelle 1 ist beispielhaft eine geeignete Rezeptur für ein erfindungsgemäßes thermoplastisches Vulkanisat angegeben. Die Komponenten wurden in einer Knetvorrichtung, die einen Volumenfüllgrad von 30% aufwies, vermischt, so dass sich ein pulverförmiges thermoplastisches Vulkanisat bildete. Tabelle 2 enthält einige mechanische Kenngrößen, die an dem erfindungsgemäßen thermoplastischen Vulkanisat gemäß Tabelle 1 ermittelt wurden. Die entsprechenden Probenkörper wurden dabei aus rechteckigen Prüfplatten (Dicke  $d = 2$  mm) ausgestanzt, die im Pressverfahren bei  $170^\circ\text{C}/70$  bar hergestellt wurden.

**[0032]** [Fig. 1](#) zeigt das Spannungsrelaxationsverhalten eines pulverförmigen erfindungsgemäßen thermoplastischen Vulkanisats auf Basis von EPDM/HDPE (gemäß Tabelle 1) im Vergleich zu einem handelsüblichen TPV auf Basis von EPDM/PP. Dabei wird eine hantelförmige Zugprobe um 50% gedehnt und anschließend mit konstanter Heizrate kontinuierlich erwärmt, bis die Spannung den Wert 0 erricht. Dieses Verfahren wurde speziell zur Beurteilung von thermoplastischen Elastomeren (TPE), insbesondere TPV, entwickelt und ist in N. Vennemann, „Praxisgerechte Prüfung von TPE“ Kautschuk Gummi Kunststoffe 55 (2003) pp. 242; Ch. G. Reid, K. G. Cai, H. Tran und N. Vennemann, „Polyolefin TPV for Automotive Interior Applications“ Kautschuk Gummi Kunststoffe 57 (2004) pp. 227–234; und A. Barbe, K. Bökamp, C. Kummerlöwe, H. Sollmann, N. Vennemann and S. Vinzelberg, „Investigation of Modified SEBS-Based Thermoplastic Elastomers by Temperature Scanning Stress Relaxation Measurements“. Polym. Eng. and Science 45 (2005) pp. 1498–1507 ausführlich beschrieben. Aus dem gemessenen Kurvenverlauf geht eindeutig hervor, dass das hier beschriebene pulverförmige TPV das charakteristische Verhalten von thermoplastischen Vulkanisaten aufweist. Es ist auch erkennbar, dass dieses Material dem zum Vergleich dargestellten handelsüblichen TPV auf Basis von EPDM/PP bis zu einer Temperatur von etwa  $100^\circ\text{C}$  überlegen ist. Der etwas frühere Spannungsabfall, oberhalb von  $100^\circ\text{C}$ , resultiert aus der geringeren Schmelztemperatur der Thermoplastphase, die im Fall des HDPE bei etwa  $130^\circ\text{C}$  und im Falle des PP erst bei etwa  $160^\circ\text{C}$  liegt

Tab. 1: Rezepturbeispiel für TPV auf Basis EPDM/HDPE

Komponente	Dosierung/phr (parts per hundred rubber)	Beschreibung
Dutral 4436 <sup>1</sup>	140	EPDM ölverstreckt (enthält 40 phr paraffinisches Mineralöl)
Lupolen 5021D <sup>2</sup>	50	HDPE
SMD 31214 <sup>3</sup>	12	Phenolharzlösung (30 Gew.-% SP-1045 in paraffinischem Mineralölweichmacher)
SnCl <sub>2</sub> ·2H <sub>2</sub> O	1,5	Beschleuniger
ZnO	1	Zinkoxid

<sup>1</sup>Hersteller: Polimeri Europa

<sup>2</sup>Hersteller: Basell

<sup>3</sup>Hersteller: Fa. Schenectady International Inc.

Tab. 2: Mechanische Eigenschaften des TPV gemäß Tabelle 1

Eigenschaft	Eigenschaftswert	Norm
Reißfestigkeit	6,6 MPa	DIN 53504
Reißdehnung	320%	DIN 53504
Shore A Härte	67	DIN 53505
DVR (70°C/24h)	32%	DIN 53517
MVR (190°C/21,6 kg)	$< 1 \text{ cm}^3/(10 \text{ min})$	DIN EN ISO 1133

DVR = Druckverformungsrest

**[0033]** Die in der vorstehenden Beschreibung, den Ansprüchen und der Zeichnung offenbarten Merkmale der Erfindung können sowohl einzeln als auch in jeder beliebigen Kombination für die Verwirklichung der Erfindung in ihren verschiedenen Ausführungsformen wesentlich sein.

## ZITATE ENHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

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

### Zitierte Patentliteratur

- US 4130535 A [\[0003\]](#)
- US 4311628 A [\[0003\]](#)

### Zitierte Nicht-Patentliteratur

- DIN ISO 1133 [\[0007\]](#)
- DIN ISO 1133 [\[0024\]](#)
- N. Vennemann, „Praxisgerechte Prüfung von TPE“ Kautschuk Gummi Kunststoffe 55 (2003) pp. 242 [\[0032\]](#)
- Ch. G. Reid, K. G. Cai, H. Tran und N. Vennemann, „Polyolefin TPV for Automotive Interior Applications“ Kautschuk Gummi Kunststoffe 57 (2004) pp. 227–234 [\[0032\]](#)
- A. Barbe, K. Bökamp, C. Kummerlöwe, H. Sollmann, N. Vennemann and S. Vinzelberg, „Investigation of Modified SEBS-Based Thermoplastic Elastomers by Temperature Scanning Stress Relaxation Measurements“. Polym. Eng. and Science 45 (2005) pp. 1498–1507 [\[0032\]](#)
- DIN 53504 [\[0032\]](#)
- DIN 53504 [\[0032\]](#)
- DIN 53505 [\[0032\]](#)
- DIN 53517 [\[0032\]](#)
- DIN EN ISO 1133 [\[0032\]](#)

**Patentansprüche**

1. Pulverförmiges thermoplastisches Vulkanisat, umfassend ein Polymerblend aus 20–40 Gewichtsprozent Polyethylen hoher Dichte (HDPE) und 80–60 Gewichtsprozent Ethylen-Propylen-Dien-Kautschuk (EPDM), wobei das EPDM mit Hilfe eines Vernetzungssystems auf Phenolharzbasis dynamisch vernetzt ist und das Vulkanisat einen Schmelzindex (gemessen gemäß DIN ISO 1133 bei 190°C/21,6 kg) von weniger als 1 g/10 Minuten und eine Shore A-Härte von weniger als 90 aufweist.

2. Thermoplastisches Vulkanisat nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Phenolharz ein Resol umfasst.

3. Thermoplastisches Vulkanisat nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Vernetzungssystem einen Spender von Halogenwasserstoffen, vorzugsweise Zinn(II)-Chlorid-Dihydrat umfasst.

4. Thermoplastisches Vulkanisat nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass es nur gering fließfähig ist.

5. Thermoplastisches Vulkanisat nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Polyethylen hoher Dichte eine Dichte von 0,93–0,97 g/cm<sup>3</sup> aufweist.

6. Thermoplastisches Vulkanisat nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das EPDM zusammengesetzt ist aus 20 bis 60 Gewichtsprozent Propylen, 40 bis 75 Gewichtsprozent Ethylen und 2 bis 11 Gewichtsprozent nicht konjugiertem Dien.

7. Thermoplastisches Vulkanisat nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass das nicht konjugierte Dien ausgewählt ist aus 1,4-Hexadien, Norbornadien, Ethylidennorbornen und Dicyclopentadien.

8. Verfahren zum Herstellen eines thermoplastischen Vulkanisats nach einem der vorangehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch die Schritte:

- Einfüllen von HDPE, EPDM und Vernetzungssystem in eine Mischvorrichtung mit einem Volumenfüllgrad von weniger als 40%, bevorzugt weniger als 30%;
- Mischen der eingefüllten Komponenten und dynamische Vernetzung des EPDM.

9. Verfahren zum Herstellen eines thermoplastischen Vulkanisats nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass HDPE und EPDM vor dem Einfüllen in die Mischvorrichtung vorgemischt worden sind und/oder das Vernetzungssystem nach Erwärmen von HDPE und EPDM auf etwa 150°C, bevorzugt etwa 180°C zugegeben wird.

10. Verfahren zum Herstellen eines thermoplastischen Vulkanisats nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Mischvorrichtung eine Knetvorrichtung ist.

11. Thermoplastisches Vulkanisat nach einem der Ansprüche 1 bis 7, hergestellt in einem Verfahren nach einem der Ansprüche 8–10.

12. Verfahren zum Herstellen einer mit thermoplastischem Vulkanisat beschichteten Pressplatte aus Kunststoff, umfassend die Schritte:

- Einfüllen eines Kunststoffgranulats oder -pulvers und des thermoplastischen Vulkanisats nach einem der vorangehenden Ansprüche 1–7 oder 11 in eine Form;
- Pressen des eingefüllten Materials.

13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Form zunächst optional mit thermoplastischem Vulkanisat, dann mit dem Kunststoffgranulat oder -pulver und abschließend wiederum mit dem thermoplastischen Vulkanisat schichtweise befüllt wird.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, dass das Kunststoffgranulat oder -pulver Polyethylengranulat oder -pulver ist.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass das Pressen bei einem Druck von mindestens 50 bar und einer Temperatur von 150°C bis 230°C erfolgt.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

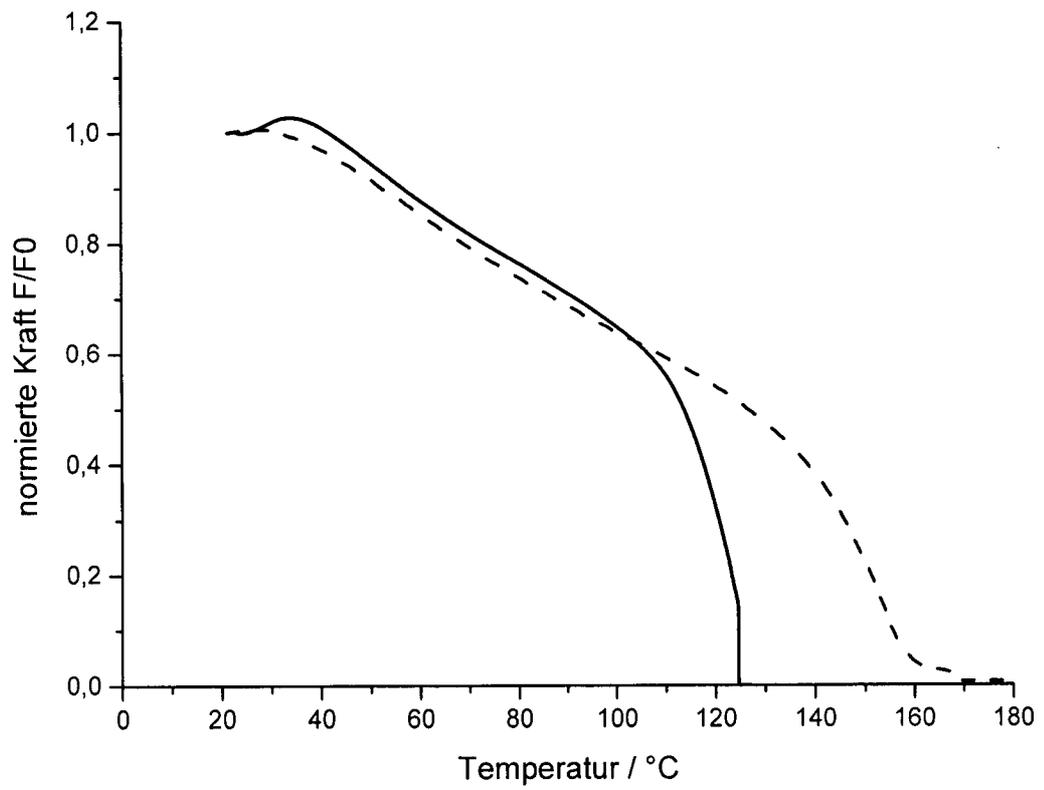


Fig. 1