



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 601 20 244 T2** 2007.04.12

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 122 281 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **601 20 244.9**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **01 101 179.8**

(96) Europäischer Anmeldetag: **24.01.2001**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **08.08.2001**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **07.06.2006**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **12.04.2007**

(51) Int Cl.⁸: **C08L 19/00** (2006.01)
B60C 1/00 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

0001513 07.02.2000 FR

(73) Patentinhaber:

**Société de Technologie Michelin,
Clermont-Ferrand, FR; Michelin Recherche et
Technique S.A., Granges-Paccot, CH**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

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

(72) Erfinder:

**Hodge, Thomas, Simpsonville, South Carolina
29681, US**

(74) Vertreter:

**BEETZ & PARTNER Patentanwälte, 80538
München**

(54) Bezeichnung: **Reifen für schwere Lasten und Verwendung einer Kautschukzusammensetzung zur Verzögerung des unregelmässigen Verschleisses dieser Reifen**

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 betrifft Luftreifen, die schwere Lasten tragen können, und die Verwendung einer Kautschukmischung, um das Auftreten unregelmäßigen Verschleißes an den Laufstreifen solcher Luftreifen bei der Fahrt zu verzögern. Die Erfindung bezieht sich auf Luftreifen für Schwerlastfahrzeuge.

[0002] Die Abriebfestigkeit eines Luftreifens, der schwere Lasten tragen soll, wird bekanntlich durch Messung des Gewichtsverlusts dieses Luftreifens in Bezug auf einen Vergleichsreifen nach Fahrt über eine Distanz ermittelt, die so groß ist, dass sie zu einem signifikanten Gewichtsverlust führt.

[0003] Unabhängig von der Abriebfestigkeit wird gewöhnlich unter dem Augenblick des Auftretens eines unregelmäßigen Verschleißes an einem Laufstreifen der Moment verstanden, an dem die Steigung des Merkmals "Gewichtsverlust des Gummis in Abhängigkeit von der gefahrenen Distanz" deutlich ansteigt (diese Steigung wird gelegentlich auch als "Geschwindigkeit des Gewichtsverlusts" bezeichnet). Die unvermittelte Änderung der Steigung fällt mit dem Auftreten eines speziellen Aussehens der radial äußeren Seite des Laufstreifens zusammen.

[0004] Dieser unregelmäßige Verschleiß kann einerseits durch eine sehr hohe Geschwindigkeit des Gewichtsverlusts an den Rändern der zentralen Rippen, die sich in der Nähe der umlaufenden Medianebene des Laufstreifens befinden, und andererseits eine Geschwindigkeit des Gewichtsverlusts an den Rippen im "Schulterbereich" des Laufstreifens charakterisiert werden, die im Vergleich mit der Geschwindigkeit des Gewichtsverlusts an den zentralen Rippen wesentlich größer ist.

[0005] Um das Auftreten eines unregelmäßigen Verschleißes an einem Laufstreifen eines Luftreifens, der schwere Lasten trägt, hinauszuzögern, wurden unterschiedliche Wege eingeschlagen.

[0006] Ein erster Weg besteht darin, die Form des Profils des Laufstreifens zu beeinflussen, wie dies beispielsweise in den Patentschriften JP-A-99/105 513, JP-A-97/175 120 oder EP-A-705 721 beschrieben wurde.

[0007] Ein zweiter Weg ist es, einen zweiteiligen Laufstreifen zu realisieren, der beispielsweise in dem Patent US-A-4 360 049 beschrieben ist.

[0008] Ein radial äußerer Bereich (d. h. ein Bereich, der mit dem Boden in Kontakt kommen soll) besteht aus einer Kautschukmischung, deren Elastomermatrix hauptsächlich ein Styrol/Butadien-Copolymer und einen verstärkenden Füllstoff enthält, der aus Ruß besteht. Der radial äußere Bereich gibt dem entsprechenden Laufstreifen einen unregelmäßigen Verschleiß, der in zufrieden stellender Weise verzögert ist, und ferner eine ausreichende Beständigkeit gegenüber durch die Fahrt verursachte äußere Angriffe. Ein Merkmal der Zusammensetzung, die diesen äußeren Bereich bildet, ist jedoch, dass sie hohe Hystereseverluste zeigt.

[0009] Daher wird an dem Laufstreifen ein radial innerer Bereich vorgesehen, der mit der äußeren schützenden Scheitellage in Kontakt ist. Dieser radial innere Bereich besteht aus einer Zusammensetzung, die durch relativ niedrige Hystereseverluste charakterisiert ist, was den Effekt hat, dass das innere Erwärmen des Laufstreifens bei der Fahrt und somit der Rollwiderstand des entsprechenden Luftreifens begrenzt wird.

[0010] Ein dritter Weg besteht darin, einen Laufstreifen zu verwenden, der durch die spezielle Formulierung der einzigen, ihn aufbauenden Kautschukmischung gekennzeichnet ist.

[0011] Zunächst wurden als alleinige Zusammensetzungen für Laufstreifen Zusammensetzungen verwendet, die wegen ihrer verminderten Hystereseverluste eine Elastomermatrix auf der Basis von Naturkautschuk und einen verstärkenden Füllstoff enthalten, der aus Ruß besteht. Ein Nachteil dieser Zusammensetzungen ist die relativ kleine Haftung, die die entsprechenden Laufstreifen durch sie erhalten.

[0012] Man hat daher versucht, diese Mischungen zu ersetzen, indem Ruß mit einer Elastomermatrix auf der Basis eines Copolymers aus einem konjugierten Dienmonomer und einem vinylaromatischen Monomer kombiniert wird, beispielsweise einem Styrol/Butadien-Copolymer. Die resultierenden Mischungen verleihen den entsprechenden Laufstreifen zufriedenstellende Ergebnisse hinsichtlich der Abriebfestigkeit und der Verzögerung des unregelmäßigen Verschleißes und sie geben ihnen auch eine hohe Beständigkeit gegenüber bei der Fahrt auftretenden äußeren Angriffen. Diese Zusammensetzungen haben jedoch sehr hohe Hystereseverluste.

[0013] Dies ist der Grund, warum man versucht hat, diesem Copolymertyp am Kettenende eine für die Kupplung mit dem Ruß aktive Funktion zu geben. Die auf diese Weise erhaltenen Zusammensetzungen haben Hystereseverluste, die in etwa den Verlusten entsprechen, die bei Naturkautschuk auftreten. Mit diesen Zusammensetzungen hat der Laufstreifen jedoch eine ungenügende Beständigkeit gegenüber äußeren Angriffen und sie können weder den unregelmäßigen Verschleiß in zufriedenstellender Weise verzögern noch für eine zufriedenstellende Abriebfestigkeit sorgen.

[0014] Um allen genannten Nachteilen und insbesondere den Nachteilen bezüglich der Hystereseverluste, der Abriebfestigkeit und des unregelmäßigen Verschleißes abzuweichen, wurde kürzlich versucht, diese herkömmlichen Zusammensetzungen für Laufstreifen zu ersetzen, indem anstelle von Ruß in einem überwiegenden Anteil Kieselsäure als verstärkender Füllstoff verwendet wurde.

[0015] Die Kombination von Kieselsäure in einem überwiegenden Anteil mit Naturkautschuk oder einem in Lösung hergestellten Copolymer eines konjugierten Diens und einer vinylaromatischen Verbindung führt zu Hystereseverlusten, die bei den entsprechenden Zusammensetzungen relativ klein sind. Eine solche Kombination kann jedoch den unregelmäßigen Verschleiß an den Laufstreifen, die diese Mischungen aufbauen, nicht in zufriedenstellender Weise verzögern, ferner ist die Abriebfestigkeit sehr unzureichend.

[0016] Es hat sich ganz allgemein herausgestellt, dass die Verwendung eines solchen verstärkenden Füllstoffs zu Zusammensetzungen führt, die mit synthetischen Polymeren schwierig zu verwenden sind. Die Herstellungskosten dieser Zusammensetzungen sind wegen der zwingenden Verwendung eines Kupplungsmittels Kieselsäure/Elastomer außerdem relativ hoch.

[0017] Es wird auch darauf hingewiesen, dass die Verwendung eines Verschnitts von Ruß und Kieselsäure in einem überwiegenden Anteil, je nach den relativen Masseanteilen, in denen sie verwendet werden, zu den gleichen Nachteilen führt, die im Zusammenhang mit einem Füllstoff auf der Basis von Ruß oder Kieselsäure genannt wurden.

[0018] Die Anmelderin hat überraschend festgestellt, dass eine vernetzbare Kautschukmischung, die den gesamten Laufstreifen eines Luftreifens für Schwerlastfahrzeuge aufbaut, wobei die Zusammensetzung in Anspruch 1 angegeben ist, vorteilhaft dazu verwendet werden kann, im Vergleich mit herkömmlichen Mischungen für Laufstreifen vom Typ der Laufstreifen für Schwerlastfahrzeuge, die hauptsächlich auf Naturkautschuk und Ruß oder hauptsächlich auf Copolymeren eines konjugierten Diens und einer vinylaromatischen Verbindung und Kieselsäure basieren, bei der Fahrt das Auftreten eines unregelmäßigen Verschleißes an dem Laufstreifen hinauszuzögern, ohne dass an dem Laufstreifen die Abriebfestigkeit und der Rollwiderstand beeinträchtigt werden.

– Unter einem "Dienelastomer" oder "Dien-Kautschuk" werden in bekannter Weise Elastomere verstanden, die zumindest zum Teil (d. h. Homopolymere oder Copolymere) von Dienmonomeren (Monomere, die zwei konjugierte oder nichtkonjugierte Kohlenstoff-Kohlenstoff-Doppelbindungen aufweisen) abgeleitet sind.

[0019] Hier wird allgemein unter einem "im Wesentlichen ungesättigten" Dienelastomer ein Dienelastomer verstanden, das zumindest zum Teil von konjugierten Dienmonomeren abgeleitet ist, mit einem Anteil an Motiven oder Einheiten mit Dienursprung (konjugierte Diene), der über 15% (Mol-%) liegt.

[0020] In der Gruppe der "im Wesentlichen ungesättigten" Dienelastomere werden unter einem "stark ungesättigten" Dienelastomer insbesondere Dienelastomere mit einem Gehalt an Motiven mit Dienursprung (konjugierte Diene) verstanden, der über 50% liegt.

[0021] Die für eine Kupplung mit einem hellen verstärkenden Füllstoff wirksame funktionelle Gruppe oder jede solche Gruppe, die das SBR-Elastomer aufweist, kann sein:

– eine Silanolgruppe oder ein Polysiloxanblock mit endständiger Silanolgruppe, wie dies in dem französischen Patent FR-A-2 740 778 der Anmelderin beschrieben wurde.

[0022] Diese Druckschrift lehrt genauer die Verwendung eines Funktionalisierungsmittels für ein auf anionischem Wege hergestelltes lebendes Polymer, um eine für eine Kupplung mit der Kieselsäure wirksame Funktion zu erhalten. Dieses Funktionalisierungsmittel besteht aus einem cyclischen Polysiloxan, wie einem Polymethylcyclotri-, -tetra- oder -decasiloxan, wobei es sich bei dem Stoff vorzugsweise um das Hexamethylcyclotrisiloxan handelt. Die auf diese Weise erhaltenen funktionalisierten Polymere können durch Extraktion des Lösungsmittels mit Wasserdampf aus dem Reaktionsmedium abgetrennt werden, was zu ihrer Bildung führt, ohne dass ihre Makrostruktur und damit ihre physikalischen Eigenschaften verändert werden; oder

– eine Alkoxysilangruppe.

[0023] In diesem Zusammenhang kann die in der internationalen Patentschrift WO-A-88/05448 beschriebene Funktionalisierung für eine Kupplung mit Kieselsäure angegeben werden, die darin besteht, ein auf anionischem Wege hergestelltes lebendes Polymer mit einem Alkoxysilan umzusetzen, das zumindest einen nicht hydrolysierbaren Alkoxyrest aufweist. Diese Verbindung ist unter den Halogenoalkylalkoxysilanen ausgewählt.

[0024] Für die Bildung der Alkoxysilanfunktionen kann auch die französische Patentschrift FR-A-2 765 882 angegeben werden. Diese Druckschrift offenbart die Verwendung eines Trialkoxysilans, wie 3-Glycidyloxypropyltrialkoxysilan, für die Funktionalisierung eines lebenden Dienpolymers zur Kupplung mit Ruß, an dessen Oberfläche sich Kieselsäure befindet und der als verstärkender Füllstoff in einer überwiegenden Menge verwendet wird.

[0025] Es wird darauf hingewiesen, dass der in dem funktionalisierten Elastomer erhaltene Gehalt an wirksamen Funktionen erfindungsgemäß vorzugsweise über 70% liegt.

[0026] Die erfindungsgemäßen Mischungen für Luftreifen können natürlich nur ein SBR-Elastomer, das eine oder mehrere für eine Kupplung mit einem hellen verstärkenden Füllstoff wirksame funktionelle Gruppe(n) aufweist, oder einen Verschnitt eines solchen Elastomers mit beliebigen herkömmlich in Luftreifen verwendeten Elastomeren enthalten, wie Naturkautschuk oder einem Verschnitt auf der Basis von Naturkautschuk und einem synthetischen Elastomer, das gegebenenfalls gekuppelt und/oder sternförmig verzweigt oder auch ganz oder teilweise so funktionalisiert ist, dass es eine funktionelle Gruppe aufweist, die nicht die genannte Aktivität besitzt.

[0027] Je größer der Anteil des Elastomers, das die für eine Kupplung mit einem hellen verstärkenden Füllstoff wirksame Gruppe nicht aufweist, in der erfindungsgemäßen Zusammensetzung ist, desto kleiner ist natürlich die Verbesserung der Eigenschaften der Zusammensetzung.

[0028] Der Anteil des Elastomers, der die erfindungsgemäße wirksame funktionelle Gruppe nicht aufweist, kann im Bereich von 1 bis 70 Gewichtsteile auf 100 Teile Elastomer, das die erfindungsgemäße Gruppe enthält, liegen.

[0029] Die erfindungsgemäßen Mischungen für Luftreifen können nach bekannten Verfahren der thermomechanischen Bearbeitung der Bestandteile in einem oder mehreren Schritten hergestellt werden. Sie können beispielsweise durch eine einstufige thermomechanische Bearbeitung in einem Innenmischer, die 3 bis 7 Minuten dauert, bei einer Drehgeschwindigkeit der Rührschaufeln von 50 Umdrehungen pro Minute oder durch eine zweistufige Bearbeitung in einem Innenmischer, die 3 bis 5 Minuten bzw. 2 bis 4 Minuten dauert und eine anschließende bei etwa 80°C durchgeführte Endbearbeitung hergestellt werden, während der der Schwefel und die Vulkanisationsbeschleuniger eingearbeitet werden, falls es sich um eine Zusammensetzung handelt, die mit Schwefel vernetzt wird.

– Der verstärkende helle Füllstoff, der als verstärkender Füllstoff verwendet wird, kann die Gesamtheit oder einen überwiegenden Teil des verstärkenden Füllstoffs insgesamt ausmachen, wobei er im zuletzt genannten Fall beispielsweise mit Ruß kombiniert wird.

[0030] In den erfindungsgemäßen Kautschukmischungen für Luftreifen macht der helle verstärkende Füllstoff vorzugsweise den überwiegenden Anteil, d. h. mehr als 50 Gew.-% des verstärkenden Füllstoffs insgesamt und noch bevorzugter mehr als 80 Gew.-% des verstärkenden Füllstoffs insgesamt aus. Die Erfahrung zeigt nämlich, dass die genannten Eigenschaften der Zusammensetzung umso besser sind, wenn der verstärkende Füllstoff, den sie enthält, einen großen Masseanteil des hellen verstärkenden Füllstoffs ausmacht, und diese Eigenschaften optimal werden, wenn die Zusammensetzung als verstärkenden Füllstoff lediglich einen hellen verstärkenden Füllstoff, beispielsweise Kieselsäure, enthält. Dieser zuletzt genannte Fall ist somit ein bevorzugtes Beispiel für eine erfindungsgemäße Kautschukmischung.

[0031] Der verstärkende helle Füllstoff ist ferner in der Zusammensetzung in einer Menge von 20 bis 80 pce (Gewichtsteile auf 100 Teile Elastomermatrix) enthalten.

[0032] In der vorliegenden Anmeldung wird unter einem "hellen verstärkenden Füllstoff" ein "heller" Füllstoff (d. h. anorganisch und insbesondere mineralisch) verstanden, der gelegentlich auch als "weißer" Füllstoff bezeichnet wird und befähigt ist, für sich alleine ohne weiteres Mittel als einem vermittelnden Kupplungssystem eine Kautschukmischung zu verstärken, die für die Herstellung von Luftreifen vorgesehen ist, oder mit anderen

Worten herkömmlichen Ruß in Reifenqualität als Füllstoff in seiner Verstärkungsfunktion ersetzen kann.

[0033] Der helle verstärkende Füllstoff ist ganz oder zumindest in einem überwiegenden Anteil Kieselsäure (SiO_2). Bei der verwendeten Kieselsäure kann es sich um beliebige verstärkende Kieselsäuren handeln, die dem Fachmann bekannt sind, insbesondere alle Fällungskieselsäuren oder pyrogenen Kieselsäuren, die eine BET-Oberfläche sowie eine spezifische CTAB-Oberfläche besitzen, die beide unter $450 \text{ m}^2/\text{g}$ liegen, wobei jedoch hochdispergierbare Fällungskieselsäuren bevorzugt werden.

[0034] In der vorliegenden Beschreibung wird die spezifische BET-Oberfläche in bekannter Weise gemäß der Methode von Brunauer-Emmet-Teller ermittelt, die in "The Journal of the American Chemical Society", Band 60, Seite 309, Februar 1938 beschrieben wurde und der Norm AFNOR-NFT-45007 (November 1987) entspricht; die spezifische CTAB-Oberfläche ist die äußere Oberfläche, die gemäß der gleichen Norm AFNOR-NFT-45007 vom November 1987 ermittelt wird.

[0035] Unter einer hochdispergierbaren Kieselsäure sind alle Kieselsäuren zu verstehen, die eine sehr große Befähigung zur Desagglomeration und Dispersion in einer Elastomermatrix aufweisen, die bekanntlich im Elektronenmikroskop oder Lichtmikroskop an Feinschnitten zu sehen ist. Von den nichteinschränkenden Beispielen für solche bevorzugten hochdispergierbaren Kieselsäuren können die Kieselsäure Perkasil KS 430 von der Firma Akzo, die Kieselsäure BV 3380 von der Firma Degussa, die Kieselsäuren Zeosil 1165 MP und 1115 MP von der Firma Rhodia, die Kieselsäure Hi-Sil 2000 von der Firma PPG, die Kieselsäuren Zeopol 8741 oder 8745 von der Firma Huber, und die behandelten Fällungskieselsäuren, beispielsweise die mit Aluminium "dotierten" Kieselsäuren, die in der Patentanmeldung EP-A-0 735 088 beschrieben sind, angegeben werden.

[0036] Der physikalische Zustand, in dem der verstärkende helle Füllstoff vorliegt, ist ohne Bedeutung: Er kann in Form eines Pulvers, von Mikroperlen, als Granulat oder auch in Form von Kügelchen vorliegen. Selbstverständlich werden unter einem hellen verstärkenden Füllstoff auch Gemische verschiedener verstärkender heller Füllstoffe verstanden, insbesondere Gemische der oben beschriebenen hochdispergierbaren Kieselsäuren.

[0037] Der helle verstärkende Füllstoff kann auch im Verschnitt (Gemisch) mit Ruß eingesetzt werden. Als Ruße sind alle Ruße geeignet, insbesondere die Ruße vom Typ HAF, ISAF und SAF, die gewöhnlich in Luftreifen und besonders Laufstreifen von Luftreifen verwendet werden. Beispiele für solche Ruße sind etwa die Ruße N115, N134, N234, N339, N347 und N375. Der Mengenanteil des Rußes in dem verstärkenden Füllstoff insgesamt kann in weiten Bereichen schwanken, wobei diese Menge vorzugsweise unter der Menge des in der Kautschukmischung enthaltenen verstärkenden hellen Füllstoffs liegt.

[0038] Verschnitt Ruß/Kieselsäure oder Ruße, die ganz oder teilweise mit Kieselsäure bedeckt sind, sind beispielsweise als verstärkender Füllstoff geeignet. Es sind auch Ruße geeignet, die mit Kieselsäure modifiziert sind, wie beispielsweise die Füllstoffe, die von der Firma CABOT unter der Bezeichnung <<CRX 2000>> im Handel angeboten werden und die in dem internationalen Patent WO-A-96/37547 beschrieben wurden, wobei dieses Beispiel nicht als einschränkend zu verstehen ist.

[0039] Als heller verstärkender Füllstoff können auch

- Aluminiumoxide (der Formel Al_2O_3) verwendet werden, wie die hochdispergierbaren Aluminiumoxide, die in der europäischen Patentschrift EP-A-810 258 beschrieben sind, oder auch
- Aluminiumhydroxide, wie die in dem internationalen Patent WO-A-99/28376 beschriebenen Verbindungen.
- Die erfindungsgemäße Kautschukmischung für Luftreifen enthält in bekannter Weise ferner ein Verknüpfungsmittel heller verstärkender Füllstoff/Elastomermatrix (das auch als Kupplungsmittel bezeichnet wird), dessen Funktion darin besteht, eine ausreichende Verbindung (oder Kupplung) chemischer und/oder physikalischer Art zwischen dem hellen Füllstoff und der Matrix sicherzustellen und gleichzeitig die Dispersion des hellen Füllstoffs in der Matrix zu erleichtern.

[0040] Ein solches, zumindest bifunktionelles Verknüpfungsmittel hat beispielsweise die folgende vereinfachte allgemeine Formel <<Y-T-X>>, worin bedeuten:

- Y eine funktionelle Gruppe (Funktion <<Y>>), die befähigt ist, physikalisch und/oder chemisch an den hellen Füllstoff zu binden, wobei eine solche Bindung beispielsweise zwischen einem Siliciumatom des Kupplungsmittels und den Hydroxygruppen (OH) an der Oberfläche des Füllstoffs (beispielsweise Silanolen an der Oberfläche, wenn es sich um Kieselsäure handelt) ausgebildet werden kann;
- X eine funktionelle Gruppe (Funktion <<X>>), die befähigt ist, physikalisch und/oder chemisch an das

Elastomer zu binden, beispielsweise über ein Schwefelatom; und

– T eine Kohlenwasserstoffgruppe, die Y und X verbinden kann.

[0041] Diese Verknüpfungsmittel dürfen insbesondere nicht mit den einfachen Stoffen zum Bedecken des betrachteten Füllstoffs verwechselt werden, welche bekanntlich die im Hinblick auf den Füllstoff wirksame Funktion Y enthalten können, jedoch keine gegenüber dem Elastomer wirksame Funktion X aufweisen.

[0042] Solche Verknüpfungsmittel unterschiedlicher Wirksamkeit wurden in einer Vielzahl von Druckschriften beschrieben und sind dem Fachmann bekannt. Es können beliebige Verknüpfungsmittel verwendet werden, von denen man weiß, dass sie in wirksamer Weise in für die Herstellung von Luftreifen verwendbaren Dienkautschukmischungen die Verbindung zwischen Kieselsäure und Dienelastomer sicherstellen oder dazu befähigt sind, wie beispielsweise Organosilane, insbesondere polysulfidhaltige Alkoxysilane oder Mercaptosilane oder Polyorganosiloxane, die die genannten Funktionen X und Y tragen.

[0043] Das bevorzugte verwendete Verknüpfungsmittel ist ein polysulfidhaltiges Alkoxysilan, das bekanntlich die beiden hier als "Y" und "X" bezeichneten Funktionen aufweist und einerseits über die Funktion "Y" (Alkoxysilylfunktion) auf den harten Füllstoff und andererseits über die Funktion "X" (Schweifelfunktion) auf das Elastomer gepfropft werden kann.

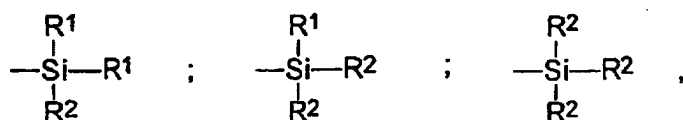
[0044] Es werden insbesondere polysulfidhaltige Alkoxysilane verwendet, wie sie beispielsweise in den Patenten US-A-3 842 111, US-A-3 873 489, US-A-3 978 103, US-A-3 997 581, die bereits genannt wurden, oder in den kürzlich veröffentlichten Patentschriften US-A-5 580 919, US-A-5 583 245, US-A-5 663 396, US-A-5 684 171, US-A-5 684 172, US-A-5 696 197 genannt sind, die solche bekannten Verbindungen detailliert beschreiben.

[0045] Für die Durchführung der Erfindung sind insbesondere die so genannten "symmetrischen" polysulfidhaltigen Alkoxysilane geeignet, die der folgenden allgemeinen Formel (I) entsprechen, wobei diese Definition nicht einschränkend zu verstehen ist:



worin bedeuten:

- n eine ganze Zahl von 2 bis 8;
- A eine zweiwertige Kohlenwasserstoffgruppe;
- Z eine der folgenden Formeln:



worin bedeuten:

- die Gruppen R^1 , die substituiert oder unsubstituiert und gleich oder voneinander verschieden sind, eine C_{1-18} -Alkylgruppe, eine C_{5-18} -Cycloalkylgruppe oder eine C_{6-18} -Arylgruppe;
- die Gruppen R^2 , die substituiert oder unsubstituiert und gleich oder voneinander verschieden sind, eine C_{1-18} -Alkoxygruppe oder eine C_{5-18} -Cycloalkoxygruppe.

[0046] In der oben angegebenen Formel (I) ist die Zahl n vorzugsweise eine ganze Zahl von 3 bis 5.

[0047] Im Falle eines Gemisches von polysulfidhaltigen Alkoxysilanen der oben angegebenen Formel (I), und insbesondere im Falle von üblichen, im Handel erhältlichen Gemischen, ist der Mittelwert von "n" eine reelle Zahl vorzugsweise im Bereich von 3 bis 5 und insbesondere in der Nähe von 4.

[0048] Die substituierte oder unsubstituierte Gruppe A ist vorzugsweise eine gesättigte oder ungesättigte zweiwertige Kohlenwasserstoffgruppe mit 1 bis 18 Kohlenstoffatomen. Es sind insbesondere C_{1-18} -Alkylengruppen oder C_{6-12} -Arylengruppen und besonders C_{1-10} -Alkylengruppen, insbesondere C_{2-4} -Alkylengruppen und besonders Propylen geeignet.

[0049] Die Gruppen R^1 bedeuten vorzugsweise C_{1-6} -Alkylgruppen, Cyclohexyl oder Phenyl, insbesondere C_{1-4} -Alkylgruppen und besonders Methyl und/oder Ethyl.

[0050] Die Gruppen R^2 bedeuten vorzugsweise C_{1-8} -Alkoxygruppen oder C_{5-8} -Cycloalkoxygruppen und besonders Methoxy und/oder Ethoxy.

[0051] Diese so genannten "symmetrischen" polysulfidhaltigen Alkoxysilane sowie verschiedene Verfahren zu ihrer Herstellung sind beispielsweise in den neueren Patenten US-A-5 684 171 und US-A-5 684 172 beschrieben, die für n im Bereich von 2 bis 8 eine detaillierte Liste dieser bekannten Verbindungen angeben.

[0052] Das erfindungsgemäß verwendete polysulfidhaltige Alkoxysilan ist vorzugsweise ein Polysulfid, insbesondere ein Tetrasulfid von Bis(alkoxy(C_{1-4})silylpropyl) und vorzugsweise Bis(trialkoxo(C_{1-4})silylpropyl), besonders Bis(3-triethoxysilylpropyl) oder Bis(3-trimethoxysilylpropyl).

[0053] Als besonders bevorzugtes Beispiel wird das Bis(triethoxysilylpropyl)tetrasulfid oder TESPT der Formel $[(C_2H_5O)_3Si(CH_2)_3S_2]_2$ verwendet, das von der Firma Degussa unter der Bezeichnung Si69 (oder X50S mit 50 Gew.-% Ruß als Träger) vertrieben wird oder von der Firma Witco unter der Bezeichnung Silquest A1289 im Handel ist (in beiden Fällen kommerzielles Gemisch von Polysulfiden mit einem Mittelwert für n, der in der Nähe von 4 liegt).

[0054] In den erfindungsgemäßen Kautschukmischungen für Luftreifen kann der Mengenanteil des polysulfidhaltigen Alkoxysilans im Bereich von 1 bis 15%, bezogen auf das Gewicht des verstärkenden hellen Füllstoffs, liegen.

[0055] Das polysulfidhaltige Alkoxysilan kann selbstverständlich vorab auf das Dienelastomer der erfindungsgemäßen Zusammensetzung gepropft werden, wobei das so funktionalisierte oder "vorgekuppelte" Elastomer dann die freie Funktion "Y" für den hellen verstärkenden Füllstoff aufweist. In gleicher Weise kann das polysulfidhaltige Alkoxysilan auch vorab (über die Funktion "Y") auf den hellen verstärkenden Füllstoff gepropft werden, wobei der so "vorgekuppelte" Füllstoff dann über die freie Funktion "X" an das Dienelastomer gebunden werden kann.

[0056] Aus Gründen der besseren Verarbeitbarkeit der Zusammensetzungen im unvulkanisierten Zustand wird das Kupplungsmittel jedoch vorzugsweise entweder auf den verstärkenden hellen Füllstoff gepropft oder in freiem Zustand (das heißt nicht gepropft) verwendet.

[0057] Die erfindungsgemäßen Reifenmischungen enthalten neben der Elastomermatrix den verstärkenden Füllstoff und ein oder mehrere Verknüpfungsmittel heller verstärkender Füllstoff/Elastomer und alle oder einen Teil der gewöhnlich in Kautschukmischungen verwendeten Bestandteile und Zusatzstoffe, wie Weichmacher, Pigmente, Antioxidantien, Ozonschutzwachse, ein Vulkanisationssystem entweder auf der Basis von Schwefel und/oder einem Peroxid und/oder Bismaleimiden, Vulkanisationsbeschleuniger, Strecköle, oder einen oder mehrere Stoffe zur Bedeckung des hellen verstärkenden Füllstoffs, wie Alkylalkoxysilane, Polyole, Amine, Amide.

[0058] Die genannten Eigenschaften der vorliegenden Erfindung sowie weitere Eigenschaften gehen aus der folgenden Beschreibung mehrerer Ausführungsbeispiele der Erfindung hervor.

[0059] Falls nichts Gegenteiliges angegeben ist, sind die Zusammensetzungen in allen Beispielen in Gewichtsprozent angegeben; die Eigenschaften der Kautschukmischungen werden folgendermaßen ermittelt:

– Shore-Härte:

[0060] Die Shore A-Härte wird nach der Norm ASTM D 2240-91 bestimmt.

– Dehnungsmoduln:

[0061] Die Dehnungsmoduln bei 100% (DM100) und 300% (DM300) werden gemäß der Norm ISO37-1977 ermittelt.

– Hystereseverluste (HV):

[0062] Die Hystereseverluste (HV) werden im Rückprall bei 60°C nach der Norm ISO R17667 bestimmt und sind in Prozent ausgedrückt.

– Dynamische Eigenschaften bei 10 Hz und 60°C:

[0063] Es handelt sich um den maximalen Modul bei geringer Deformation (in MPa) und den Maximalwert von Tangens Delta.

– Rollwiderstand:

[0064] Er wird (in %) an einer Walze durch das Verhältnis der Energien für einen "Vergleichsreifen" und einen zu testenden Reifen bestimmt, die erforderlich sind, damit an der Walze eine vorgegebene Fahrgeschwindigkeit aufrechterhalten wird. Der Rollwiderstand ist besser, wenn das Verhältnis "Vergleich/zu testend" über 100 liegt.

– Abriebfestigkeit:

[0065] Sie wird durch das Verhältnis (in %) des Gewichtsverlusts eines "Vergleichsreifens" und eines zu testenden Reifens ermittelt, wobei die Luftreifen abgesehen von dem Laufstreifen in allen Punkten identisch sind.

– Erhöhung der Gewichtsverluste:

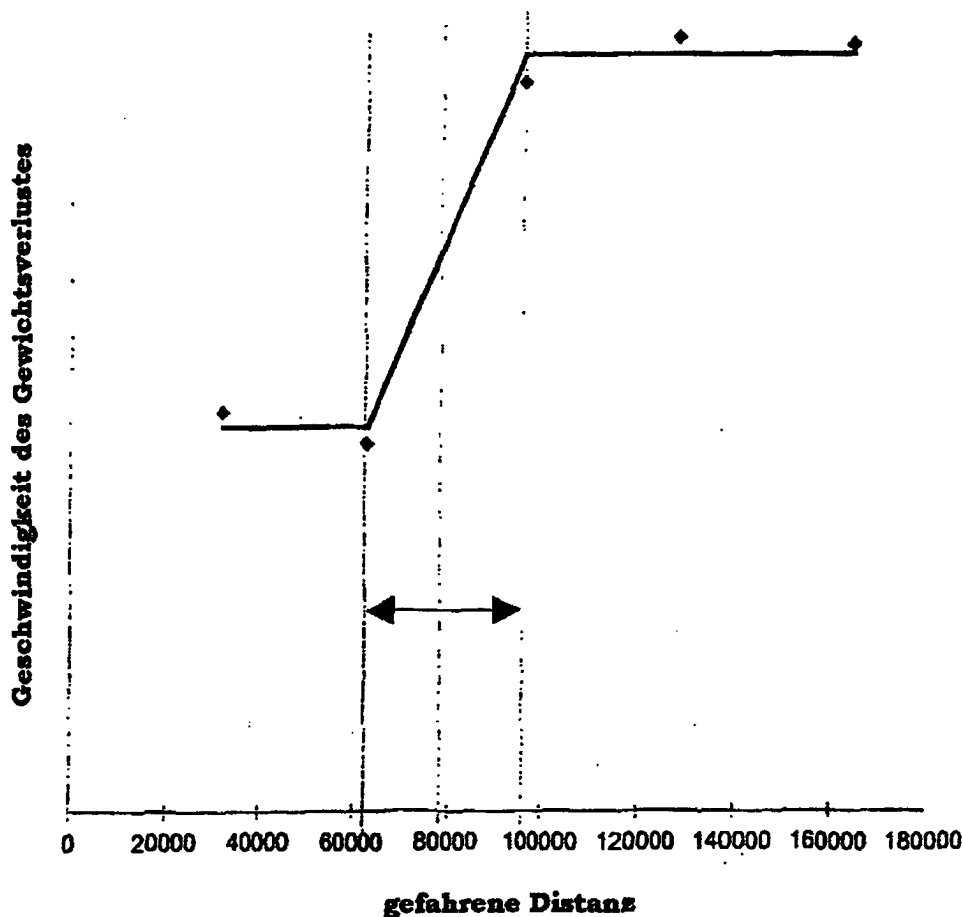
[0066] Dieser Wert zeigt die relative Differenz (in %) zwischen einem anfänglichen Gewichtsverlust (am Beginn der Fahrt, d. h. zwischen 0 und 50 000 km) und einer Endgeschwindigkeit des Gewichtsverlustes (am Ende der Lebensdauer, d. h. nach 100 000 km Fahrt). Die Erhöhung des Gewichtsverlustes ist genauer durch das Verhältnis $\frac{\text{Endgewichtsverlust} - \text{anfänglicher Gewichtsverlust}}{\text{anfänglicher Gewichtsverlust}}$ gegeben. Ein Wert für die Erhöhung des Gewichtsverlustes unter 100% zeigt eine Verbesserung im Vergleich mit dem <<Vergleichsreifen>> an.

– Beginn des unregelmäßigen Verschleißes:

[0067] Dieser Wert gibt ganz allgemein die gefahrene Distanz an, bei der die Veränderung der Geschwindigkeit des Gewichtsverlustes auftritt. Wie in der Grafik vom beigefügten Typ (die Werte an der Abszisse sind lediglich zur Erläuterung gegeben) zu sehen ist, weist die übliche Charakteristik für die Geschwindigkeit des Gewichtsverlustes in Abhängigkeit von der gefahrenen Distanz nacheinander auf:

- einen ersten Bereich mit einer Steigung von in etwa Null, der einem normalen Verschleiß des Luftreifens entspricht (nicht unregelmäßig),
- ein zweites Teilstück, das in etwa linear ist und eine relativ hohe Steigung aufweist, die dem Beginn des unregelmäßigen Verschleißes entspricht, und
- ein drittes Teilstück mit einer Steigung von etwa Null, das dem Ende der Lebensdauer des Luftreifens entspricht.

[0068] Um den Beginn des unregelmäßigen Verschleißes unter Bezug auf dieses zweite Teilstück zu quantifizieren, wird in den folgenden Beispielen ein Mittelwert der gefahrenen Distanz (siehe gepunktete Linie in der Grafik) verwendet, der in etwa einer mittleren Geschwindigkeit des Gewichtsverlustes entspricht.



BEISPIEL 1

[0069] In diesem Beispiel werden Laufstreifenmischungen für Luftreifen vom Typ der Luftreifen für Schwerlastfahrzeuge getestet, die auf eine Antriebsachse eines Schwerlastfahrzeugs montiert werden sollen.

[0070] Es werden vier Mischungen (Zusammensetzungen 3 bis 6) verglichen, die alle auf einem SBR basieren, der am Kettenende eine funktionelle Gruppe aufweist, die für eine Kupplung mit Kieselsäure und einem verstärkenden Füllstoff, der aus Kieselsäure besteht, wirksam ist, mit:

- einer "Vergleichszusammensetzung" (Zusammensetzung 1), die für einen Schwerlastwagenreifen, der auf eine Antriebsachse montiert ist, den bekannten Stand der Technik repräsentiert. Diese Zusammensetzung basiert auf einem Verschnitt von Naturkautschuk (es handelt sich um einen peptisierten Naturkautschuk, Mooney ML(1 + 4) bei 100°C = 60) und einem Polybutadien mit einem hohen cis-Gehalt (BR cis) und auf einem verstärkenden Füllstoff, der aus Ruß besteht, und
- einer Zusammensetzung (Zusammensetzung 2), die auf einem Verschnitt aus zwei SBR A und B, die nicht funktionalisiert sind (SBR A ist nicht mit Öl gestreckt, wohingegen SBR B mit 35,5 Gewichtsteilen eines aromatischen Öls gestreckt ist) und einem verstärkenden Füllstoff, der aus Kieselsäure besteht, basiert.

[0071] Die jeweiligen Formulierungen dieser Zusammensetzungen sind in der nachstehenden Tabelle 1 angegeben.

[0072] Bezüglich der Zusammensetzungen 2 bis 6 werden die verwendeten SBR (A, B, C, D) in Lösung und kontinuierlich hergestellt. Genauer sind ihre Viskositätseigenschaften und Mikrostruktureigenschaften in der Tabelle 1 angegeben.

Tabelle 1:

SBR	Mooney ML(1+4)	Gehalt (%) an 1,2	Gehalt (%) an Styrol
SBR A	54	24	25
SBR B	54	24	40
SBR C	48	24	33
SBR D	48	24	30

[0073] Hinsichtlich der in den Zusammensetzungen 2 bis 6 verwendeten Kieselsäure handelt es sich um eine hochdispergierbare Kieselsäure, deren Bezeichnung <<Zeosil 1165 MP>> ist und die von der Firma Rhodia im Handel angeboten wird.

[0074] Bei den Zusammensetzungen 3 bis 6 ist der verwendete SBR C ein mit Hexamethylcyclotrisiloxan so funktionalisierter SBR, dass er am Kettenende eine Dimethylsilanolgruppe aufweist. Für eine detaillierte Beschreibung der Synthese dieses funktionalisierten SBR kann auf das französische Patent FR-A-2 740 778 verwiesen werden.

[0075] Genauer ist zu sehen, dass sich die Zusammensetzung 4 von der Zusammensetzung 3 durch die Art des Strecköls unterscheidet, das sie enthält (Paraffinöl anstelle eines aromatischen Öls).

[0076] Man stellt auch fest, dass sich die Zusammensetzung 5 von der Zusammensetzung 4 dadurch unterscheidet, dass sie ein Bedeckungsmittel <<Sil16>> (Hexadecyltrimethoxysilan) für die Kieselsäure enthält.

[0077] Schließlich unterscheidet sich die Zusammensetzung 6 von den Zusammensetzungen 3 und 4 dadurch, dass ihre Elastomermatrix aus einem Verschnitt von 70 Gewichtsteilen des funktionalisierten SBR C und 30 Gewichtsteilen eines SBR D besteht, der die für eine Kupplung mit der Kieselsäure wirksame Funktion nicht enthält (SBR D ist ein sternförmig mit SnCl_4 verzweigeter SBR).

[0078] Die Vulkanisation dieser Mischungen erfolgt bei einer Temperatur von 150°C während einer Zeitspanne, die ausreichend ist, um 99% des Maximalwertes des mit dem Rheometer gemessenen Moments zu erreichen.

Tabelle 2:

Zusammensetzung	Zs. 1	Zs. 2	Zs. 3	Zs. 4	Zs. 5	Zs. 6
NR	60	-	-	-	-	-
BR cis	40	-	-	-	-	-
SBR A	-	50	-	-	-	-
SBR B	-	68,75	-	-	-	-
SBR C	-	-	100	100	100	70
SBR D	-	-	-	-	-	30
N234	54	-	-	-	-	-
Zeosil 1165 MP	-	57,5	65	65	65	65
X50S	-	9	10,2	10,2	10,2	10,2
aromatisches Öl	-	-	18,75	-	-	-
Paraffinöl	-	-	-	18,75	18,75	18,75
Paraffin	1	1	1	1	1	1
ZnO	3,0	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Stearinsäure	1,5	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Diphenylguanidin	-	1,1	1,25	1,25	1,25	1,25
Antioxidationsmittel	2	2	2	2	2	2
Si116	-	-	-	-	1,5	-
löslicher Schwefel	1,1	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
CBS	1,1	2	1,2	1,2	1,2	1,2
ZBEC	-	-	0,2	0,2	0,2	0,2

[0079] In der Tabelle 2:

- <<X50S>> ist die Bezeichnung für ein Verknüpfungsmittel Kieselsäure/Elastomer, das von der Firma Degussa angeboten wird und aus einer Kombination eines Verknüpfungsmittels mit der Bezeichnung <<Si69>> (Bis-3(triethoxysilylpropyl)tetrasulfid) und einem Ruß N330 in einem Gewichtsverhältnis 50/50 besteht;
- das verwendete Antioxidationsmittel ist das N-(1,3-dimethylbutyl)-N'-phenyl-p-phenylendiamin (6PPD abgekürzt);
- <<CBS>> und <<ZBEC>> sind Bezeichnungen für Vulkanisationsbeschleuniger (Cyclohexylbenzothiazylsulfenamid bzw. Zinkdibenzylthiocarbamat).

[0080] Es werden die Eigenschaften der Zusammensetzungen 1 bis 6 im vulkanisierten Zustand verglichen. Die Ergebnisse sind in der Tabelle 3 zusammengefasst.

Tabelle 3:

Zusammensetzungen	Zs. 1	Zs. 2	Zs. 3	Zs. 4	Zs. 5	Zs. 6
Shore A	64	65	66	64	62	67
DM100	2,00	2,05	2,20	2,13	2,03	2,20
DM300/DM100	1,16	1,15	1,45	1,45	1,525	1,425
HV (%)	28	23,5	19,9	18,3	16,1	20,8
dynamische Eigenschaften						
Maximalmodul (MPa)	6,26	3,87	3,05	2,65	2,01	3,48
Tangens Delta maximal	0,193	0,180	0,125	0,116	0,096	0,142
Fahreigenschaften						
Rollwiderstand (%)	100	104	113	114	118	111
Abriebfestigkeit (%)	100	52	104	112	104	107
Erhöhung des Gewichtsverlustes (%)	100		89	87	91	86
Beginn des unregelmäßigen Verschleißes (10 ³ km)	48		80	80	80	80

[0081] Die Tabelle 3 zeigt, dass für die erfindungsgemäßen Laufstreifenmischungen 3, 4, 5 und 6 für Luftreifen einerseits im Hinblick auf die <<Vergleichszusammensetzung>> 1 auf der Basis des Verschnittes NR/BR und Ruß und andererseits gegenüber der Zusammensetzung 2 auf der Basis des nicht funktionalisierten SBR und Kieselsäure der Rollwiderstand beträchtlich kleiner, die Abriebfestigkeit erhöht und die Verzögerung des Auftretens des unregelmäßigen Verschleißes deutlich ausgeprägter ist.

[0082] Man stellt insbesondere fest, dass das Phänomen des unregelmäßigen Verschleißes für die Zusammensetzungen 3 bis 6 deutlich später auftritt, wobei dies einer gefahrenen Strecke entspricht, die in Bezug auf die gefahrene Distanz bis zum Auftreten dieses Phänomens bei den Zusammensetzungen 1 und 2 in etwa doppelt so groß ist.

[0083] Diese Verzögerung des Auftretens des unregelmäßigen Verschleißes in Verbindung mit der Verminderung des Rollwiderstands stellt ein überwundenes technisches Vorurteil dar. Es ist nämlich dem Fachmann bekannt, dass im Falle von auf eine Antriebsachse montierten Schwerlastreifen die Beständigkeit gegenüber unregelmäßigem Verschleiß steigt, wenn der Rollwiderstand abnimmt, und umgekehrt.

BEISPIEL 2:

[0084] In diesem Beispiel werden Laufstreifenmischungen für Schwerlastreifen getestet, die dazu vorgesehen sind, auf eine Lenkachse eines Schwerlastfahrzeugs aufgezogen zu werden.

[0085] Es werden zwei erfindungsgemäße Reifenmischungen des Beispiels 1, die Zusammensetzungen 4 und 5, verglichen mit:

- einer neuen <<Vergleichszusammensetzung>> (Zusammensetzung 7), deren Elastomermatrix aus Naturkautschuk (es handelt sich um peptisierten Naturkautschuk, Mooney ML(1 + 4) bei 100°C = 60) und einem verstärkenden Füllstoff, der aus Ruß besteht, zusammengesetzt ist, und
- Zusammensetzung 2 des Beispiels 1.

[0086] Genauer stellt man fest, dass die Vergleichszusammensetzung 7 ein Harz RF Aralkyl und ein Strecköl enthält, das von dem der Zusammensetzungen 2, 4 und 5 verschieden ist, und neben dem Antioxidationsmittel <<6PPD>>, das in den Zusammensetzungen 2, 4 und 5 enthalten ist, ein weiteres Antioxidationsmittel aufweist, das unter der Abkürzung <<TMQ>> bekannt ist (Trimethylchinolin, das aus einem polymerisierten 1,2-Dihydro-2,2,4-trimethylchinon besteht).

[0087] Die Zusammensetzungen werden bei einer Temperatur von 150°C während einer Zeitspanne vulkanisiert, die ausreichend ist, damit 99% des mit dem Rheometer gemessenen Maximalwert des Moments erreicht werden.

Tabelle 4:

Zusammensetzung	Zs. 7	Zs. 2	Zs. 4	Zs. 5
NR	100	-	-	-
SBR A	-	50	-	-
SBR B	-	68,75	-	-
SBR C	-	-	100	100
N375	47,5	-	-	-
Zeosil 1165	-	57,5	65	65
X50S	-	9	10,2	10,2
Paraffinöl	-	-	18,75	18,75
Harz RF Aralkyl	1	-	-	-
Öl Hexa 2,5	0,5	-	-	-
Paraffin	1	1	1	1
ZnO	3,0	2,5	2,5	2,5
Stearinsäure	2,5	2,0	2,0	2,0
Diphenylguanidin	-	1,1	1,25	1,25
Antioxidationsmittel (6PPD)	2	2	2	2
TMQ	1	-	-	-
Si116	-	-	-	1,5
löslicher Schwefel	1,5	1,2	1,2	1,2
CBS	0,6	2	1,2	1,2
ZBEC	-	-	0,2	0,2

[0088] In der Tabelle 4:

- das Harz <<RF Aralkyl>> ist ein Resorcin-Formaldehyd-Harz und
- das Öl Hexa 2,5 ist ein Öl auf der Basis von Hexadecylamin.

[0089] Die Eigenschaften dieser Zusammensetzungen 2, 4, 5 und 7 im vulkanisierten Zustand werden verglichen. Die Ergebnisse sind in der Tabelle 5 zusammengefasst.

Tabelle 5:

Zusammensetzungen	Zs. 7	Zs. 2	Zs. 4	Zs. 5
Shore A	64	65	64	62
DM100	2,10	2,05	2,13	2,03
DM300/DM100	1,247	1,15	1,45	1,525
HV (%)	23	23,5	18,3	16,1
dynamische Eigenschaften				
Maximalmodul (MPa)	4,61	3,87	2,65	2,01
Tangens Delta maximal	0,144	0,180	0,116	0,096
Fahreigenschaften				
Rollwiderstand (%)	100	79	107	109
Abriebfestigkeit (%)	100	94	100	97
Erhöhung des Gewichtsverlustes (%)	100		28	64
Beginn des unregelmäßigen Verschleißes (10 ³ km)	79		95	95

[0090] Die Tabelle 5 zeigt, dass für die Laufstreifenmischungen 4 und 5 der erfindungsgemäßen Reifen einerseits gegenüber der Vergleichszusammensetzung 7 auf der Basis von NR und Ruß und andererseits gegenüber der nicht erfindungsgemäßen Zusammensetzung 2 auf der Basis eines nicht funktionalisierten SBR und Kieselsäure der Rollwiderstand beträchtlich kleiner ist, die Abriebfestigkeit in etwa gleich ist und die Verzögerung beim Auftreten des unregelmäßigen Verschleißes größer ist.

[0091] Außerdem stellt man fest, dass für die Laufstreifenmischungen 4 und 5 der erfindungsgemäßen Reifen im Vergleich mit der Vergleichszusammensetzung 7 die Erhöhung des Gewichtsverlustes sehr klein ist, was für die Zusammensetzungen 4 und 5 gemäß der Erfindung ein vermindertes Niveau des unregelmäßigen Abriebs bescheinigt.

Patentansprüche

1. Lastkraftwagenreifen, der einen Laufstreifen aufweist, der aus einer vernetzten Kautschukmischung besteht, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Mischung enthält:

- eine Elastomermatrix, die zumindest in einem überwiegenden Anteil als im Wesentlichen ungesättigtes Dielastomer mindestens ein funktionalisiertes SBR-Elastomer (Lösung) enthält, das an mindestens einem Kettenende eine funktionale Gruppe aufweist, die für eine Kupplung mit einem hellen verstärkenden Füllstoff wirksam ist und unter der Silanolgruppe, Alkoxysilangruppen und Polysiloxanblöcken mit einem Silanolende ausgewählt ist, wobei der funktionalisierte SBR eine Glasübergangstemperatur von –70 bis –20°C aufweist und einen Styrolgehalt von 10 bis 50 Gew.-% hat;
- einen verstärkenden Füllstoff, der in einem überwiegenden Anteil einen hellen verstärkenden Füllstoff umfasst, vorzugsweise eine Kieselsäure mit spezifischer BET-Oberfläche und spezifischer CTAB-Oberfläche unter 450 m²/g; und
- ein Verknüpfungsmittel, das die Verknüpfung des hellen verstärkenden Füllstoffs mit dem funktionalisierten SBR sicherstellt.

2. Lastkraftwagenreifen nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass es sich bei der funktionellen Gruppe um eine Silanolgruppe und vorzugsweise Dimethylsilanol handelt.
3. Lastkraftwagenreifen nach den Ansprüchen 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der helle verstärkende Füllstoff in einer Menge von 20 bis 80 pce (Gewichtsteile auf 100 Teile Elastomermatrix) enthalten ist.
4. Lastkraftwagenreifen nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der helle verstärkende Füllstoff eine Kieselsäure mit spezifischer CTAB-Oberfläche und spezifischer BET-Oberfläche von 80 bis 260 m²/g ist.
5. Lastkraftwagenreifen nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Verknüpfungsmittel ein polysulfidhaltiges Alkoxysilan ist.
6. Lastkraftwagenreifen nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Zusammensetzung ferner als Bedeckungsmittel für den hellen verstärkenden Füllstoff ein Alkylalkoxysilan enthält.
7. Verwendung einer vernetzbaren Kautschukmischung zur Verzögerung des Auftretens eines unregelmäßigen Verschleißes an einem Laufstreifen eines Schwerlastkraftwagenreifens bei der Fahrt, dadurch gekennzeichnet, dass die Zusammensetzung den gesamten Laufstreifen bildet und enthält:
 - eine Elastomermatrix, die in einem überwiegenden Anteil als im Wesentlichen ungesättigtes Dienelastomer mindestens ein funktionalisiertes SBR-Elastomer (Lösung) enthält, das an mindestens einem Kettenende eine funktionale Gruppe aufweist, die für eine Kupplung mit einem hellen verstärkenden Füllstoff wirksam ist und unter der Silanolgruppe, Alkoxysilangruppen und Polysiloxanblöcken mit einem Silanolende ausgewählt ist, wobei der funktionalisierte SBR eine Glasübergangstemperatur von –70 bis –20°C aufweist und einen Styrolgehalt von 10 bis 50 Gew.-% hat;
 - einen verstärkenden Füllstoff, der in einem überwiegenden Anteil einen hellen verstärkenden Füllstoff umfasst, vorzugsweise eine Kieselsäure mit spezifischer BET-Oberfläche und spezifischer CTAB-Oberfläche unter 450 m²/g; und
 - ein Verknüpfungsmittel, das die Verknüpfung des hellen verstärkenden Füllstoffs mit dem funktionalisierten SBR sicherstellt.
8. Verwendung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die wirksame funktionelle Gruppe eine Silanolgruppe ist.
9. Verwendung nach den Ansprüchen 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass der helle verstärkende Füllstoff in einer Menge von 20 bis 80 pce (Gewichtsteile auf 100 Teile Elastomermatrix) enthalten ist.
10. Verwendung nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass der helle verstärkende Füllstoff eine Kieselsäure mit spezifischer CTAB-Oberfläche und spezifischer BET-Oberfläche von 80 bis 260 m²/g ist.
11. Verwendung nach einem der Ansprüche 7 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass das Verknüpfungsmittel ein polysulfidhaltiges Alkoxysilan ist.
12. Verwendung nach einem der Ansprüche 7 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Mischung ferner ein Alkylalkoxysilan als Bedeckungsmittel für den hellen verstärkenden Füllstoff enthält.

Es folgt kein Blatt Zeichnungen