



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 601 08 496 T2** 2006.03.30

(12)

## Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 289 779 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **601 08 496.9**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/EP01/05459**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **01 949 339.4**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 01/089861**

(86) PCT-Anmeldetag: **14.05.2001**

(87) Veröffentlichungstag  
der PCT-Anmeldung: **29.11.2001**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **12.03.2003**

(97) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung beim EPA: **19.01.2005**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **30.03.2006**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **B60C 15/024** (2006.01)

**B60C 13/00** (2006.01)

**B60C 15/02** (2006.01)

**B60C 17/00** (2006.01)

**B60C 3/06** (2006.01)

**B60C 17/04** (2006.01)

**B60B 21/02** (2006.01)

(30) Unionspriorität:

**0006598**      **22.05.2000**      **FR**

**0006876**      **26.05.2000**      **FR**

(73) Patentinhaber:

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

(74) Vertreter:

**BEETZ & PARTNER Patentanwälte, 80538  
München**

(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:

**DRIEUX, Jean-Jacques, F-63530 Volvic, FR;  
FAURE, Jean-Claude, F-63200 Mozac, FR;  
POMPIER, Jean-Pierre, Greenville, US**

(54) Bezeichnung: **Reifen mit einem Verstärkungselement in mindestens einer Seitenwand und montierte Reifen/Felge-Einheit**

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 einen Luftreifen, der dafür vorgesehen ist, auf eine Felge mit mindestens einem kegelstumpfförmigen Sitz montiert zu werden, dessen Erzeugende ein in axialer Richtung äußeres Ende aufweist, das näher an der Drehachse liegt als das andere, axial innen liegende Ende; sie bezieht sich ferner auf eine montierte Einheit, welche einen solchen auf eine Felge montierten Luftreifen umfasst.

**[0002]** Ein solcher Luftreifen ist in der Patentanmeldung US 5 785 781 der Anmelderin beschrieben worden. Er weist mindestens einen ersten Reifenwulst auf, der auf den ersten nach außen geneigten Felgensitz montiert werden soll, wobei der erste Wulst, der eine übliche axiale Breite aufweist und axial außen in einer Wulstspitze endet, einen Wulstsitz aufweist, dessen Erzeugende das axial äußere Ende näher an der Drehachse hat als das axial innen liegende Ende, wobei die Erzeugende sich axial nach außen in einer Außenfläche fortsetzt, die die Wulstspitze begrenzt, wobei diese Fläche mit der Drehachse einen Winkel  $\gamma$  einschließt, der radial und axial nach außen offen ist und unter  $90^\circ$  liegt. Die radiale Karkassenbewehrung des Luftreifens, die an jedem Wulst mit mindestens einem nicht dehnbaren, ringförmigen Verstärkungselement verankert ist, weist, wenn der Luftreifen auf seiner Betriebsfelge montiert und auf Betriebsdruck aufgepumpt ist, ein Meridianprofil mit einer zumindest in der Flanke konstanten Krümmungsrichtung auf, das den durch die Spitze abgeschlossenen Wulst verlängert und das so ist, dass in dem Wulst die Tangente am Berührungspunkt dieses Profils und des nicht dehnbaren ringförmigen Elements des Wulstes mit der Drehachse einen nach außen offenen Winkel  $\phi$  von mindestens  $70^\circ$  einschließt.

**[0003]** Der Wulst eines solchen Luftreifens und insbesondere die Verankerungsstruktur der Karkassenbewehrung kann unterschiedlich sein. In der genannten internationalen Patentanmeldung ist die Karkassenbewehrung in üblicher Weise an einem nicht dehnbaren, ringförmigen Verstärkungselement verankert (im Allgemeinen ein umhüllter Wulstkern), d.h. durch Umschlagen der Bewehrung um dieses Element zur Bildung eines Hochschlags ausgehend von der Basis des Elements, der sich radial nach außen erstreckt.

**[0004]** In einem solchen Luftreifentyp können die Wulststrukturen so bemessen sein, dass sie eine Modifizierung (Anwachsen) des Sitzes der Wulstspitze an der Montagefelge in Abhängigkeit von der Spannung der Karkassenbewehrung ermöglichen, was dazu führt, dass der Klemmsitz an der Felge anfänglich nur einen geringen Wert aufweist und die Fixierung stärker wird, wenn der Luftreifen auf seinen

empfohlenen Druck aufgepumpt wird. Bei diesen Wulststrukturen nimmt die Festigkeit ab, wenn die Laufbedingungen des Luftreifens so sind, dass die Wülste auf eine hohe Temperatur erwärmt werden, und am Ende der Lebensdauer, da die Karkassenbewehrung von dem ringförmigen Verstärkungselement des Wulstfußes des Reifenwulstes abgewickelt wird, was mit einer verminderten Fixierung einhergeht, insbesondere wenn der Hochschlag der Karkassenbewehrung kurz ist.

**[0005]** Um diesen Nachteilen abzuhelpen, wurde in der unter der Nummer PCT/EP99/10471 der Anmelderin hinterlegten und unter der Nummer WO-A-0041467 veröffentlichten Patentanmeldung, die einen Stand der Technik gemäß Artikel 54(3) EPÜ darstellt, ein neuer Luftreifen vorgeschlagen, der mindestens einen ersten Wulst, dessen Sitz eine Erzeugende aufweist, deren axial inneres Ende auf einem Kreis mit einem Durchmesser liegt, der größer ist als der Durchmesser des Kreises, auf dem sich das axial äußere Ende befindet, wobei sich der Wulstfuß des Reifenwulstes in axialer Richtung innen befindet, wohingegen die Wulstspitze axial außen ist, und eine radiale Karkassenbewehrung aufweist, die in jedem Wulst um mindestens ein ringförmiges, nicht dehnbares, mit einer Kautschukmischung umhülltes Verstärkungselement in der Richtung von innen nach außen zur Bildung eines Hochschlags umgeschlagen ist und die sich in ein keilförmiges Profilteil aus einer Kautschukmischung erstreckt, das ausgehend von einem Scheitelpunkt A, der sich unter dem Bereich des ringförmigen Elements befindet, durch zwei Seiten begrenzt wird, wobei die Kautschukmischung, die das Profilteil bildet, axial angrenzend an das ringförmige Element, eine Shore A-Härte besitzt, die über der (den) Shore A-Härte(n) der Kautschukmischungen in radialer Richtung über dem Element bzw. dem axial angrenzenden Profilteil liegt. Wenn der Luftreifen auf seiner Betriebsfelge montiert und auf den empfohlenen Druck aufgepumpt ist, weist das Meridianprofil der Karkassenbewehrung in dem ersten Wulst und der ihn in radialer Richtung verlängernden Flanke eine konstante Krümmungsrichtung auf und besitzt im Berührungspunkt T des Profils mit dem ringförmigen Element des ersten Wulstes eine Tangente TT', die mit der Drehachse einen nach außen offenen Winkel  $\phi$  im Bereich von  $45$  bis  $70^\circ$  einschließt.

**[0006]** In dieser Wulststruktur des Luftreifens führt die Neigung der Karkassenbewehrung an der Verbindung mit dem ringförmigen, nicht dehnbaren Verstärkungselement zu einer Erhöhung der axialen Kraftkomponente, die von der Bewehrung auf das ringförmige Verstärkungselement ausgeübt wird, und kann die Karkassenbewehrung unter dem ringförmigen Verstärkungselement in effektiver Weise fixieren. Da jedoch ein offener Winkel der Karkassenbewehrung im Bereich von  $45$  bis  $70^\circ$  an dem Berührungspunkt

mit dem ringförmigen Element verwendet wird, kann es beim Einsatz an der äußeren Oberfläche des Luftreifens im Bereich seiner Flanken zu äußeren Einwirkungen kommen. Die in der genannten Patentanmeldung beschriebene Struktur führt im Vergleich mit der Reifenstruktur, die in der Druckschrift US 5 785 781 beschrieben ist, bei der der Winkel, den die Karkassenbewehrung am Berührungspunkt mit dem nicht dehnbaren, ringförmigen Element der Wülste bildet, über  $70^\circ$  liegt, insbesondere dazu, dass die Flanken in größerem Umfang anschrammen oder reiben, was ihr ästhetisches Aussehen beeinträchtigt und auch die Integrität des Luftreifens beeinträchtigen kann. Zu diesen Angriffen vom Typ 'Anschrammen' kommen die Schläge, denen die Flanken in der zuletzt beschriebenen Struktur ausgesetzt sind, die die Unversehrtheit der Flanken und auch der Karkassenbewehrung beeinträchtigen können.

**[0007]** Der erfindungsgemäße Luftreifen umfasst im Meridianschnitt mindestens einen ersten Wulst, dessen Sitz eine Erzeugende hat, deren axial inneres Ende auf einem Kreis mit einem Durchmesser liegt, der größer ist als der Durchmesser des Kreises, auf dem sich das axial äußere Ende befindet, wobei der Wulstfuß des Reifenwulstes axial innen liegt, wohingegen die Wulstspitze sich axial außen befindet, und eine radiale Karkassenbewehrung, die in jedem Wulst um mindestens ein ringförmiges, nicht dehnbares und mit einer Kautschukmischung umhülltes Wulstverstärkungselement in Richtung von innen nach außen zur Bildung eines Hochschlags umgeschlagen ist und sich in ein keilförmiges Profilteil aus einer Kautschukmischung erstreckt, welche eine Shore A-Härte über der (den) Shore A-Härte(n) der Kautschukmischungen radial unter dem Element bzw. dem axial angrenzenden Profilteil aufweist, wobei das Meridianprofil der Karkassenbewehrung, wenn der Luftreifen auf der Betriebsfelge montiert und auf den empfohlenen Druck aufgepumpt ist, eine in dem ersten Wulst und der ihn in radialer Richtung verlängernden Flanke konstante Krümmungsrichtung aufweist und im Berührungspunkt T des Profils mit dem ringförmigen Element des ersten Wulstes eine Tangente TT' besitzt, die mit der Drehachse einen nach außen offenen Winkel  $\phi$  im Bereich von  $45^\circ$  bis  $70^\circ$  bildet, wobei der Luftreifen so vorliegt, dass im Meridianschnitt:

- zumindest die Flanke, die den ersten Wulst fortsetzt, ein Profilteil enthält, das im Schnittbild in etwa die Form einer Sichel besitzt, welche durch eine Innenseite und eine Außenseite begrenzt wird, wobei sich das Profilteil zwischen einem Punkt P1 und einem Punkt P2 erstreckt, wobei sich der Punkt P1 in einem Abstand R1 größer als der Außenradius Rte des ringförmigen Elements des Wulstes und kleiner als der Radius R0 des Kreises befindet, auf dem sich die axial am weitesten außen liegenden Punkte der Karkassenbewehrung des auf seine Felge montierten und auf

den Betriebsdruck aufgepumpten Luftreifens befinden, wobei sich der Punkt P2 in einem Abstand R2 befindet, der größer als der Radius R0 ist, wobei die Abstände R1 und R2 senkrecht zur Drehachse des Luftreifens gemessen werden;

- eine der Seiten – die Innenseite oder die Außenseite – des Profilteils dem Profil der Karkassenbewehrung folgt;

- der Verlauf der Seite des Profilteils, die der Seite des Profilteils gegenüberliegt, die sich näher an der Karkassenbewehrung befindet, nur eine einzige Krümmungsrichtung besitzt.

**[0008]** Das Profilteil kann in Bezug auf die Karkassenbewehrung in gleicher Weise in den Flanken axial außen oder axial innen vorgesehen werden. Der Winkel, den die Tangente am Punkt P1 an der Seite des Profilteils, die der Seite gegenüberliegt, die der Karkassenbewehrung am nächsten ist, mit der Tangente TT' bildet, beträgt, als Absolutwert, vorzugsweise mindestens  $20^\circ$ , damit die Flanke eine geeignete Steifigkeit erhält und eine ausreichende Dicke aufweist, damit die Flanke vor äußeren Einwirkungen geschützt ist.

**[0009]** Neben der günstigen Wirkung, die die Gegenwart eines Profilteils in den Flanken in Hinblick auf die äußeren Einwirkungen auf die Flanken mit sich bringt, ist eine günstige Wirkung auf die Widerstandskraft des erfindungsgemäßen Luftreifens bei Fahrt mit Minderdruck oder ohne Druck festzustellen. Durch das Einfügen mindestens eines Profilteils von geeigneter Dicke, wobei das Profilteil an die Karkassenbewehrung gekoppelt ist (d.h. mit dieser Bewehrung über eine Gummimischung verbunden ist), wird nämlich die Flanke in radialer Richtung versteift und die Stauchung bei gegebener Belastung wesentlich vermindert, wenn der Druck Null ist, wodurch das Rollvermögen unter diesen besonderen/außergewöhnlichen Bedingungen verbessert wird, insbesondere bevor ein Stützkörper in Aktion tritt, um die Last abzufangen.

**[0010]** Die Anmelderin hat außerdem einen Luftreifen gemäß der Beschreibung des Patents US 5 785 781 hergestellt, d.h. einen Luftreifen, der mindestens einen ersten Wulst, dessen Sitz eine Erzeugende hat, deren axial inneres Ende auf einem Kreis mit einem Durchmesser liegt, der größer als der Durchmesser des Kreises ist, auf dem sich das axial äußere Ende befindet, und eine Karkassenbewehrung aufweist, wobei das Meridianprofil der Karkassenbewehrung, wenn der Luftreifen auf die Betriebsfelge montiert und auf seinen Betriebsdruck aufgepumpt ist, eine Krümmungsrichtung aufweist, die zumindest in der Flanke in der Verlängerung des ersten Wulstes konstant ist und so vorliegt, dass in dem Wulst die Tangente am Berührungspunkt des Profils mit dem nicht dehnbaren, ringförmigen Element des Wulstes mit der Drehachse einen nach außen offenen Winkel

$\varphi$  von mindestens  $70^\circ$  bildet, wobei ferner vorgesehen wird:

- in zumindest der Flanke, die den ersten Wulst fortsetzt, ein Profilteil, das im Schnitt in etwa die Form einer Sichel aufweist, die durch eine Innenseite und eine Außenseite begrenzt wird, wobei sich das Profilteil zwischen einem Punkt P1 und einem Punkt P2 erstreckt, wobei der Punkt P1 sich in Bezug auf die Drehachse in einem Abstand R1 befindet, der größer ist als der äußere Radius Rte des ringförmigen Elements des Wulstes und kleiner als der Radius R0 des Kreises, auf dem sich die axial am weitesten außen liegenden Punkte der Karkassenbewehrung des auf seine Felge montierten und auf den Betriebsdruck aufgepumpten Luftreifens befinden, wobei der Punkt P2 sich in einem Abstand R2 befindet, der größer ist als der Radius R0, wobei die Abstände R1 und R2 senkrecht zur Drehachse des Luftreifens gemessen werden und wobei eine der Seiten – die Innenseite oder die Außenseite – des Profilteils dem Profil der Karkassenbewehrung folgt und der Verlauf der Seite des Profilteils, die der Seite des Profilteils gegenüberliegt, die näher an der Karkassenbewehrung liegt, nur eine Krümmungsrichtung besitzt.

**[0011]** Es wurde auch eine günstige Wirkung hinsichtlich des Schutzes gegenüber äußeren Einwirkungen auf die Flanken des Luftreifens festgestellt, die besonders beträchtlich ist, wenn in dem Luftreifen ganz oder teilweise die Luft abgelassen ist. In dem Teil des Luftreifens, der durch das Niederdrücken auf die Fahrbahn beeinträchtigt ist, werden die Flanken nämlich nach außen gebogen, wodurch die Flanken äußeren Einwirkungen ausgesetzt sind. Da dieser Typ von Luftreifen dafür vorgesehen ist, unter Bedingungen mit niedrigem Druck (oder sogar ohne Druck) zu laufen, ergibt sich eine größere Anfälligkeit gegenüber äußeren Einwirkungen. Um diese Anfälligkeit abzuschwächen, ist es günstig, die Gegenwart eines oben beschriebenen Profilteils für nach außen offene Winkel  $\varphi$  von mindestens  $45^\circ$  vorzusehen.

**[0012]** Das Profilteil kann aus einer Kautschukmischung oder einem Kunststoff hergestellt werden, der mit den Kautschukmischungen des Luftreifens kompatibel ist.

**[0013]** In einer bevorzugten Ausführungsform ist das Profilteil auf der Seite, die der Seite des Profilteils in axialer Richtung gegenüberliegt, die näher an der Karkassenbewehrung liegt, zumindest zum Teil – zwischen P1 und P2 – mit einer zusätzlichen Verstärkungsbewehrung versehen, wobei die zusätzliche Bewehrung beispielsweise aus einer oder mehreren Lagen zusammengesetzt ist, die mit einer Vielzahl von Drähten oder Seilen verstärkt sind, welche in jeder Lage in gleicher Weise orientiert sind.

**[0014]** Um eine ausreichende Verankerung des Profilteils sicherzustellen, ist es vorteilhaft, wenn sich die zusätzliche Verstärkungsbewehrung radial nach innen jenseits des Punktes P1 des Profilteils an der gesamten Karkassenbewehrung entlang erstreckt, und beispielsweise radial unter dem ringförmigen Element hindurchgeht.

**[0015]** Wenn sich der in radialer Richtung am weitesten innen liegende Punkt P1 im Meridianschnitt in der Praxis in der Nähe des Punktes des ringförmigen Elements des Wulstes mit der maximalen Umfangsausweitung befindet [in der Praxis liegt der Radius R1 des Kreises, auf dem sich der Punkt P1 befindet, im Bereich von  $R_t$  bis  $(3R_t + R_0)/4$ ], kann die durch das Profilteil entstandene Verdickung gelegentlich die Ursache für eine weitere Erwärmung in dem Bereich des Luftreifens in der Nähe des ringförmigen Elements sein: die erhöhte Biegesteifigkeit des Flankenbereichs, der sich an den Wulst anschließt, führt nämlich zu einer erhöhten Beanspruchung in dem Wulst. Für diese zuletzt genannte Konfiguration und zur Vermeidung einer stärkeren Beanspruchung in den Wülsten wird eine Abkoppelungsnut gebildet, die in Umfangsrichtung orientiert ist, wobei die Nut in Richtung der Außenseite des ersten Wulstes axial und radial offen ist. Diese Nut wird von einer radial innen liegenden Oberfläche und einer radial außen liegenden Oberfläche so begrenzt, dass sich der Schnittpunkt K der beiden Oberflächen im Schnittbild in einem Abstand Rri von der Drehachse des Luftreifens befindet, der in etwa dem Abstand R1 entspricht, damit in etwa um den Punkt P1 eine Gelenkfunktion entsteht. Der Schnittpunkt K der radial inneren Oberfläche und der radial äußeren Oberfläche, welche die Rille begrenzen, entspricht dem gemeinsamen Berührungspunkt der Oberflächen mit einer zur Drehachse senkrechten Geraden.

**[0016]** Unter einem Abstand, der in etwa R1 entspricht, ist ein Abstand zu verstehen, der größer oder kleiner als R1 sein kann, wobei der Unterschied zwischen den beiden Abständen unter 20% von R1 liegt.

**[0017]** Für einen besseren Betrieb beim Fahren ohne Druck oder mit Minderdruck ist es vorteilhaft, wenn die radial innere Oberfläche, die die Rille begrenzt, im Meridianschnitt einen axial und radial äußeren Punkt Rre aufweist, der sich in einem Abstand von der Drehachse befindet, der größer oder gleich dem Abstand Rri ist, und die Profile dieser Oberflächen geeignet sind, beim Fahren ohne Druck oder mit Minderdruck gegeneinander in Auflage zu kommen, und so teilweise die Last aufnehmen.

**[0018]** Eine solche Nut ist in gleicher Weise für einen Luftreifen interessant, wie er in dem Patent US 5 785 781 beschrieben ist, auf deren Inhalt hier als Referenz Bezug genommen wird.

**[0019]** Der erfindungsgemäße Luftreifen hat ferner den Vorteil, dass für eine bestimmte Abmessung des Luftreifens, mit dem ein bestimmtes Fahrzeug ausgestattet ist, die montierte Einheit deutlich leichter sein kann, welche ein Rad, den Luftreifen und Mittel umfasst, mit denen das Ausbeulen des Scheitels des Luftreifens vermieden werden kann, wenn bei dem Fahrzeug der Druck in der montierten Einheit Null oder fast Null ist.

**[0020]** Das Ausbeulen des Scheitels tritt in dem Teil des Luftreifens auf, der mit der Fahrbahn in Kontakt ist, wenn der Scheitel mit doppelter Krümmung (in Umfangsrichtung und transversal) nicht mehr durch den inneren Aufpumpdruck auf der Fahrbahn anliegt; es tritt dann eine plötzliche Änderung der Krümmungen auf und der Luftreifen berührt die Fahrbahn nur noch am Perimeter der Eindellung.

**[0021]** In der bereits genannten Patentanmeldung (PCT/EP99/10471) umfasst die gezeigte montierte Einheit einen Luftreifen, der auf einer Felge montiert ist, welche Sitze von unterschiedlichen Durchmessern aufweist und einen inneren Stützring besitzt, der sich auf einer zylindrischen Auflage befindet. Die größte Breite der montierten Einheit ist natürlich durch die Punkte des Wulstes und der Felge gegeben, die axial am weitesten außen liegen. Man stellt fest, dass der Stützring, damit er seine Funktion erfüllen kann, ausreichend breit sein muss, damit er den Wulstfuß eines Wulstes blockiert und gleichzeitig den Mittelteil des Luftreifens unterstützt und so die Gefahr des Ausbeulens des Scheitels beim Fahren im platten Zustand reduziert. Es wäre interessant, eine durch Verminderung der Breite der Felge zwischen den axial am weitesten außen liegenden Punkten montierte Einheit herstellen zu können, die im Vergleich mit dieser zuletzt beschriebenen montierten Einheit leichter ist, und gleichzeitig die funktionellen Eigenschaften dieser Einheit zu erhalten.

**[0022]** Hierzu wird eine Einheit vorgeschlagen, die aus einem erfindungsgemäßen Luftreifen, einer Felge zur Montage und Mitteln, die das Ausbeulen des Luftreifens beim Fahren ohne Druck begrenzen, besteht.

**[0023]** Diese Einheit umfasst:

- einen Luftreifen, welcher einen Scheitel, Flanken und Wülste umfasst, wobei jeder Wulst einen Sitz aufweist, der eine Erzeugende besitzt, deren axial inneres Ende auf einem Kreis mit einem Durchmesser liegt, der größer ist als der Durchmesser des Kreises, auf dem sich das axial äußere Ende befindet, wobei der Wulstfuß des Wulstes axial innen liegt, wohingegen sich die Wulstspitze axial außen befindet, und eine radiale Karkassenbewehrung aufweist, die in jedem Wulst um mindestens ein ringförmiges, nicht dehnbares und mit einer Kautschukmischung umhülltes Wulstver-

stärkungselement zur Bildung eines Hochschlags von innen nach außen umgeschlagen wird und sich in ein keilförmiges Profilteil mit einer Shore A-Härte erstreckt, welche über der (den) Shore A-Härte(n) der Kautschukmischungen radial unter diesem Element bzw. dem axial angrenzenden Profilteil liegt, wobei das Meridianprofil der Karkassenbewehrung, wenn der Luftreifen auf der Betriebsfelge montiert und auf den empfohlenen Druck aufgepumpt ist, eine in jedem Wulst und den ihn jeweils radial fortsetzenden Flanken konstante Krümmungsrichtung aufweist und im Berührungspunkt T des Profils mit dem ringförmigen Element jedes Wulstes eine Tangente TT' besitzt, die mit der Drehachse einen nach außen offenen Winkel  $\varphi$  im Bereich von 45 bis 70° bildet,

- eine Felge, die zwei kegelstumpfförmige Sitze aufweist, wobei die Erzeugende jedes Sitzes mit der Drehachse einen Winkel  $\alpha$  im Bereich von 4 bis 30° bildet, wobei das axial äußere Ende einer Erzeugenden einen Abstand von der Drehachse aufweist, der unter dem Abstand liegt, den das axial innere Ende von der Achse hat, wobei die kegelstumpfförmigen Sitze in axialer Richtung nach außen durch Vorsprünge mit axial innen kegelstumpfförmigen Wänden begrenzt werden und wobei die Felge ferner Stützmittel aufweist, die dazu vorgesehen sind, zumindest das Ausbeulen des Scheitels des Luftreifens zu verhindern, d.h. Mittel, die den Scheitel zwingen sollen, unter den Bedingungen des Fahrens ohne Luft in Kontakt mit dem Boden zu bleiben, wobei die Einheit dadurch gekennzeichnet ist, dass, wenn der Luftreifen auf der Felge montiert und auf seinen Betriebsdruck aufgepumpt ist, im Meridianschnitt:

- mindestens eine Flanke, die einen ersten Wulst fortsetzt, ein Profilteil enthält, das im Schnitt im Wesentlichen die Form einer Sichel aufweist, welche durch eine Innenseite und eine Außenseite begrenzt wird, wobei sich das Profilteil zwischen einem Punkt P1 und einem Punkt P2 erstreckt, wobei sich der Punkt P1 in einem Abstand R1 befindet, der größer ist als der Außenradius Rte des ringförmigen Elements des Wulstes und kleiner als der Radius R0 des Kreises, auf dem sich die Punkte der Karkassenbewehrung befinden, die axial am weitesten außen liegen, wenn der Luftreifen aufgepumpt ist, wobei der Punkt P2 sich in einem Abstand R2 befindet, der größer ist als der Radius R0, wobei die Abstände R1 und R2 senkrecht zur Drehachse des Luftreifens gemessen werden;

- eine Seite – die Innenseite oder die Außenseite – des Profilteils dem Profil der Karkassenbewehrung folgt; und

- der Verlauf der Seite des Profilteils, die der Seite des Profilteils gegenüberliegt, die näher an der Karkassenbewehrung ist, nur eine Krümmungsrichtung aufweist.

**[0024]** Mit dem erfindungsgemäßen Luftreifen, der im Hinblick auf äußere Einwirkungen auf die Flanke eine bessere Betriebsleistung aufweist, kann unter Aufrechterhaltung der guten Eigenschaften, die er wegen seiner Wulststruktur beim Fahren unter Mindestdruck oder ohne Druck aufweist, eine Verminderung der maximalen Breite der Felge realisiert werden, was sich in einer deutlichen prozentualen Gewichtsverminderung ausdrückt. Die Verkleinerung der Felgenbreite führt außerdem zu einer Verminderung der Breite der Stützaufgabe, wobei diese de facto besser auf dem Laufstreifen des Luftreifens positioniert wird (was ebenfalls durch einen Gewichtsgeinn zum Ausdruck kommt).

**[0025]** Durch die Gegenwart eines Profiltails in den Flanken des Luftreifens kann durch eine Anpassung, die der Fachmann nicht ausführen kann, auch die Breite des Stützrings verkleinert werden: durch die zusätzliche Steifigkeit der Flanken, die durch die Gegenwart der Profiltails entsteht, kann nämlich die Breite des Stützkörpers vermindert werden, da die Flanken mit dem Stützkörper zusammenwirken, um die Last bei Aufpumpdruck Null zu tragen und unter diesen Bedingungen die Deformationen zu begrenzen. Im Grenzfall ist es möglich, die Abmessungen des Stützkörpers auf das Maß zu reduzieren, das erforderlich ist, um zu vermeiden, dass sich der Laufstreifen "ausbeult", wenn er mit der Fahrbahn in Kontakt ist, wobei die Flanken für sich alleine die Last bei Aufpumpdruck Null tragen.

**[0026]** Die Möglichkeit, die Breite der Felge deutlich in einer solchen Weise vermindern zu können, dass sich die Wülste des Luftreifens axial innerhalb der Punkte der Flanken befinden, die axial am weitesten außen liegen, eröffnet außerdem den Vorteil einer leichten Montage des Luftreifens auf der Felge, die insbesondere nicht mehr notwendigerweise die Gegenwart einer Montagenuit auf der Felge nötig macht (dieser Montagetyp ist beispielsweise in dem Patent US 5 836 366 beschrieben worden); daraus erfolgt eine Vereinfachung bei der Herstellung der Felge und als Konsequenz eine Verminderung der Gesteungskosten. Um noch eine weitere Verminderung des Gewichtes der Radeinheit zu erhalten, ist es vorteilhaft, wenn die Felgensitze identische Felgendurchmesser aufweisen.

**[0027]** Weitere Eigenschaften und Vorteile der Erfindung gehen aus der folgenden Beschreibung in Bezug auf die beigefügte Zeichnung hervor, welche Ausführungsformen für erfindungsgemäße Luftreifen in Kombination mit einer geeigneten Felge zeigt, welche eine Einheit Reifen-Felge bildet, wobei diese nicht einschränkend zu verstehen sind. In der Zeichnung zeigt:

**[0028]** [Fig. 1](#) schematisch eine partiellen Meridianschnitt eines erfindungsgemäßen Luftreifens, der ei-

nen Wulst und eine durch einen Scheitel fortgesetzte Flanke zeigt, wobei der Luftreifen auf einer Montagefelge montiert ist;

**[0029]** [Fig. 2](#) einen Meridianschnitt einer Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Luftreifens, der auf seiner Montagefelge montiert ist;

**[0030]** [Fig. 3](#) einen Meridianschnitt einer montierten Einheit, die aus einem erfindungsgemäßen Luftreifen, seiner Montagefelge und einem Stützkörper zusammengesetzt ist;

**[0031]** [Fig. 4](#) einen Meridianschnitt einer Ausführungsform einer montierten Einheit, die aus einem erfindungsgemäßen Luftreifen und einer Montagefelge besteht; und

**[0032]** [Fig. 5](#) einen Meridianschnitt der montierten Ausführungsform der [Fig. 4](#) in einer zusammengedrückten Konfiguration, da der Luftreifen nicht aufgepumpt ist.

**[0033]** In der [Fig. 1](#) ist nur ein Teil eines erfindungsgemäßen Luftreifens **1** gezeigt, der auf einer Montagefelge **2** montiert ist.

**[0034]** Die Felge **2**, auf der der Luftreifen **1** montiert ist, umfasst einen kegelstumpfförmigen Sitz **3**, dessen Erzeugende mit der Drehachse einen in Richtung der Außenseite des Luftreifens geneigten Winkel  $\alpha$  im Bereich von 4 bis 30° und in dem beschriebenen Beispiel einen Winkel von 14° einschließt, der kleiner ist als der entsprechende Winkel der Erzeugenden des Sitzes des Reifenwulstes. Das axial äußere Ende des Sitzes liegt auf einem Kreis mit einem Durchmesser, der kleiner ist als der Durchmesser des Kreises, auf dem sich sein axial am weitesten innen liegendes Ende befindet. Der Sitz setzt sich axial nach außen in einer Erhöhung oder einem Hump **4** fort, dessen Innenseite mit der Drehachse einen Winkel  $\gamma$  bildet, wobei dessen Radius  $R_e$  kleiner ist als der Innenradius  $R_{ti}$  des Verstärkungswulstkerns **5** des auf den Sitz montierten Wulstes.

**[0035]** Die [Fig. 1](#) zeigt einen Teil des Laufstreifens **6** des Luftreifens **1**, der über eine Flanke **7** mit einem Wulst **8** verbunden ist, dessen Sitz **9** eine Erzeugende aufweist, deren axial inneres Ende auf einem Kreis liegt, dessen Durchmesser größer ist als der Durchmesser des Kreises, auf dem sich das axial äußere Ende befindet, wobei der Wulstfuß **10** in axialer Richtung innen liegt, wohingegen sich die Wulstspitze **11** außen befindet. Der Luftreifen **1** ist mit einer radialen Karkassenbewehrung **12** verstärkt, wobei sich in radialer Richtung darüber eine Scheitelbewehrung **13** befindet, die aus zwei übereinander liegenden Lagen besteht. Die Karkassenbewehrung **12** wird von nur einer Lage aus Textilseilen gebildet, die in dem Wulst **8** durch Umschlagen um ein nicht dehnbares,

ringförmiges Verstärkungselement **5** (hier ein Wulstkern vom "geflochtenen" Typ) in Richtung von innen nach außen zur Bildung eines Hochschlags **18** verankert ist, der sich in ein keilförmiges Profilteil aus einer Kautschukmischung mit einer Shore A-Härte erstreckt, welche über der (den) Shore A-Härte(n) der Kautschukmischungen radial unter dem Element bzw. dem axial angrenzenden Profilteil liegt. Wenn der Luftreifen **1** auf der Felge **2** montiert und auf den empfohlenen Betriebsdruck aufgepumpt ist (wie dies in der [Fig. 1](#) der Fall ist), nimmt die Karkassenbewehrung **12** ein Meridianprofil an, dessen Krümmung das Vorzeichen zwischen dem Berührungspunkt T mit dem ringförmigen Element **5** und der Verbindung mit der Scheitellbewehrung (die dem Punkt E der breitesten Scheitellage entspricht, welche in axialer Richtung am weitesten außen liegt) nicht ändert (d.h. ohne Wendepunkt); dieses Profil hat außerdem eine Tangente TT' am Berührungspunkt T mit dem ringförmigen Element **5**, die mit der Drehachse der montierten Einheit einen nach außen offenen Winkel  $\varphi$  im Bereich von 45 bis 70° bildet.

**[0036]** Die Flanke **7** enthält ein Profilteil **14**, das aus einem Kautschukgemisch hergestellt ist, welches in der Ebene der Figur einen sichelförmigen Querschnitt aufweist, dessen Punkte P1 und P2 auf Kreisen mit einem Radius R1 bzw. R2 liegen, wobei R1 zwischen dem äußeren Radius Rte des ringförmigen Elements **5** und dem Radius R0 des Kreises liegt, auf dem sich die in axialer Richtung am weitesten außen liegenden Punkte der Karkassenbewehrung des auf seine Felge **2** montierten und auf seinen Betriebsdruck aufgepumpten Luftreifens befinden, wobei R2 größer als der Radius R0 ist.

**[0037]** Im Übrigen weist das Profilteil **14** zwei Seiten auf, eine erste Seite **15**, die axial außen liegt und der Form der Karkassenbewehrung **12** genau entspricht, und eine zweite Seite **16**, die axial innen liegt und deren Verlauf in der Ebene der [Fig. 1](#) zwischen P1 und P2 eine Krümmung mit konstantem Vorzeichen aufweist, wobei die Tangente am Punkt P1, der näher am Wulst liegt, mit der Drehachse einen Winkel  $\beta$  über 70° bildet (im gezeigten Fall beträgt der Winkel  $\beta$  80°).

**[0038]** Damit keine Verdickung entsteht, die für die Dauerfestigkeit des Luftreifens ungünstig sein kann, wenn ohne Druck gefahren wird und gleichzeitig die Beständigkeit der Seitenwand **7** gegenüber zerstörerischen Kontakt weiterhin gut ist, ist es vorteilhaft, wenn – wie dies in der [Fig. 1](#) gezeigt ist – der Punkt P1 so gewählt ist, dass die Tangente P1'P1 am Verlauf der Innenseite **16** des Profilteils **14** in dem Punkt P1 so verläuft, dass sie auch am Wulstkern **5** an dem axial äußeren Bereich der Wulstverstärkung als Tangente verläuft. Dadurch ist es möglich, das Dickerwerden des Reifenbereichs an der Verbindung von Seitenwand und Wulst zu vermeiden und einen Dreh-

punktbereich in der Nähe von P1 zu behalten und dabei gleichzeitig ein Profilteil vorzusehen, das die Flanke wirksam schützen kann.

**[0039]** Das verwendete Profilteil besteht hier aus einer Kautschukmischung, deren mechanische Eigenschaften so gewählt sind, dass sie mit den Kautschukmischungen, die den Luftreifen bilden, und insbesondere mit der Mischung der Karkassenbewehrung kompatibel ist; die maximale Dicke des Profilteils befindet sich vorzugsweise in dem in axialer Richtung breitesten Bereich des Luftreifens (d.h. Punkten des Luftreifens auf dem Kreis mit Radius R0).

**[0040]** Der in der [Fig. 1](#) beschriebene Luftreifen weist eine zweite Flanke auf, die in einem zweiten Wulst endet, wobei beide hier nicht dargestellt sind; diese zweite Flanke kann ebenfalls ein Verstärkungsprofil enthalten, das hinsichtlich der Abmessungen und der Position identisch oder auch verschieden sein kann. In gleicher Weise kann der zweite Wulst einen anderen Durchmesser oder den gleichen Durchmesser haben; der zweite Wulst kann einen Aufbau haben, der zu dem Aufbau des ersten Wulstes analog ist oder nicht, d.h. einen Sitz aufweisen, dessen Erzeugende ein axial inneres Ende hat, das auf einem Kreis mit einem Durchmesser liegt, der größer ist als der Durchmesser des Kreises, auf dem sich das axial äußere Ende befindet.

**[0041]** In der in [Fig. 2](#) dargestellten Ausführungsform ist nur ein Teil eines erfindungsgemäßen Luftreifens **101** zu sehen, der auf eine Felge **102** montiert ist, wobei der Luftreifen eine Karkassenbewehrung **112** aufweist, die von innen nach außen zur Bildung einer Schleife **118** um einen Wulstkern **105** umgeschlagen ist. Ein in Umfangsrichtung kontinuierliches, sichelförmiges Schutzprofil **114** ist innen an der Karkassenbewehrung **112** in der Flanke **107** vorgesehen und erstreckt sich zwischen einem Punkt P1 ganz in der Nähe des Berührungspunktes T der Karkassenbewehrung und des Wulstkerns (d.h. der sich in einem Abstand R1 von der Rotationsachse im Bereich von Rte bis  $(3Rte + R0)/4$  befindet) und einem Punkt P2, der in der Seitenwand des Luftreifens zwischen dem Punkt der Flanke mit dem Radius R0, welcher dem in axialer Richtung am weitesten außen liegenden Punkt der Karkassenbewehrung **112** des aufgepumpten Luftreifens entspricht, und dem Punkt E außen an den Scheitellagen **113** liegt. Die Innenseite **116** des Schutzprofils **114** ist von einer Verstärkungsbewehrung **119** abgedeckt, die sich zwischen P1 und P2 erstreckt und dazu dient, die Steifigkeit des Profilteils unter in axialer Richtung von der Außenseite zur Innenseite des Luftreifens gerichteten Kräften zu erhöhen. Die Innenseite **116** des Profilteils hat in P1 eine Tangente P1P1', die mit der Drehachse einen Winkel  $\beta$  größer 70° bildet.



**[0042]** In Kombination mit dem Anbringen des Profiltails **114**, das sich in der Flanke bis in die Nähe des ringförmigen Elements **105** des Wulstes erstreckt, ist es günstig, in dem Teil des Wulstes **120**, der in radialer Richtung nach außen über dem Hochschlag **118** liegt, eine Entkoppelungsrille **121** vorzusehen, die in Umfangsrichtung ausgerichtet ist. Diese Nut **121** wird von einer in radialer Richtung innen liegenden Fläche **123** und einer in radialer Richtung außen liegenden Fläche **122** so begrenzt, dass sich der Schnittpunkt K der beiden Flächen im Schnittbild in einem Abstand Rri von der Drehachse des Luftreifens befindet, der in etwa im Bereich von R1 bis Rte liegt, wobei der Punkt K in Bezug auf den axial am weitesten außen liegenden Punkt des Wulstkerns **105** axial innen liegt. Der Schnittpunkt K der radial inneren und radial äußeren Oberfläche ist als Berührungspunkt der Oberflächen mit einer zur Drehachse senkrechten Geraden festgelegt.

**[0043]** Die radial innere Fläche **123**, die die Rille **121** begrenzt, weist ferner einen axial und radial äußeren Punkt L auf, der sich im Abstand Rre von der Drehachse befindet, welcher dem Abstand Rri entspricht oder darüber liegt, außerdem sind die Profile der Oberflächen **122** und **123**, die die Rille **121** begrenzen, so ausgelegt, dass die Oberflächen beim Fahren ohne Druck oder Minderdruck miteinander in Auflage kommen können.

**[0044]** Hierdurch ist es möglich, beim Fahren unter normalen Bedingungen bei einem von Null verschiedenen Druck die Folgen der Gegenwart eines Profiltails **114** in der Flanke und insbesondere in der Nähe des Wulstes durch die Gegenwart einer Entkoppelungsrille abzuschwächen und gleichzeitig zu ermöglichen, dass beim Fahren unter Minderdruck oder ohne Druck die radial obere Fläche an der radial unteren Fläche in Auflage kommt.

**[0045]** Die Einstellung dieses in Auflagekommens, die der Fachmann ausführen kann, ist von der Breite und dem Profil der Rille abhängig.

**[0046]** In dem gezeigten Fall ist die Bewehrung **119**, die die Innenseite des Profiltails abdeckt, eine Lage, die aus einer Vielzahl von Drähten oder Seilen gebildet wird, die zueinander parallel angeordnet sind und die gleiche Richtung haben wie die Verstärkungen der Karkassenbewehrung **112**. Die Lage **119**, die das Profiltail abdeckt, setzt sich vorteilhaft in radialer Richtung jenseits des Punktes P1 fort und folgt so dem Profil der Karkassenbewehrung und wird um den Wulstkern zur Bildung eines Hochschlags **119'** umgeschlagen, wodurch eine bessere Kohäsion des Luftreifens und eine bessere Verankerung der Flanke des Luftreifens am Wulst gewährleistet ist.

**[0047]** Der Winkel  $\delta$  zwischen der Tangente TT' an der Karkassenbewehrung am Berührungspunkt mit

der Verstärkungsbewehrung des Wulstes **105** und der Tangente P1P1' an der Innenseite des Profiltails am Punkt P1 liegt über  $20^\circ$ . Die maximale Dicke des Profiltails **114** befindet sich in radialer Richtung deutlich unter dem Punkt der Karkassenbewehrung mit dem Radius R0.

**[0048]** In [Fig. 3](#) ist mit vollgezogenen Linien eine montierte Einheit **300** im Meridianschnitt dargestellt, die einen erfindungsgemäßen Luftreifen **301**, der auf eine Felge **302** montiert ist, und einen inneren Stützring **303** umfasst. In [Fig. 3](#) ist mit gestrichelten Linien auch eine äquivalente montierte Einheit **300'** – d.h. eine Einheit, die für die gleiche Verwendung vorgesehen ist – gemäß dem Stand der Technik dargestellt, die einen Luftreifen **301'**, eine Felge **302'** und einen Stützring **303'** umfasst. Die Felge **302'** der Einheit des Standes der Technik weist zwei Felgensitze mit unterschiedlichen Durchmessern auf, wobei jeder Sitz von Kegelstumpfform eine Erzeugende besitzt, die mit der Drehachse einen in Richtung der Außenseite des Luftreifens geneigten Winkel im Bereich von  $4$  bis  $30^\circ$  bildet, der kleiner ist als der Winkel der entsprechenden Erzeugenden der Wulstsitze des Luftreifens. Die Sitze weisen also axial äußere Enden auf Kreisen auf, deren Durchmesser kleiner sind als die Durchmesser der Kreise, auf denen sich die axial inneren Enden befinden. Jeder Felgensitz des Standes der Technik setzt sich axial nach außen in einer Erhöhung oder einem Hump fort, dessen axial außen liegende Seite die maximale Breite der montierten Einheit vorgibt, wie dies in [Fig. 3](#) klar zu sehen ist.

**[0049]** Die gesamte Breite der montierten Einheit **300'** des Standes der Technik ist durch die Breite zwischen den äußeren Punkten der Wülste des Luftreifens **301'** gegeben.

**[0050]** Die erfindungsgemäße montierte Einheit **300** ist mit durchgezogenen Linien gezeichnet; sie umfasst einen Luftreifen **301**, eine Felge **302** und einen Stützring **303**. Der Luftreifen **301** weist eine erste und eine zweite Flanke **304**, **305** und einen ersten Wulst und einen zweiten Wulst **306**, **307** von unterschiedlicher Struktur auf. Die erste Flanke **304** des Luftreifens, die an der Außenseite eines Kraftfahrzeugs angebracht werden soll, enthält ein Verstärkungsprofil **308** zum Schutz der Flanke gegenüber äußeren Einwirkungen, wobei das Profiltail axial innen an der Karkassenbewehrung **309** angeordnet ist. Das Profiltail **308** in Sichelform ist aus einer Kautschukmischung hergestellt und erstreckt sich zwischen einem Punkt P1, der in etwa dem Berührungspunkt T der Karkasse **309** mit dem Verstärkungselement des Wulstes **310** entspricht, und einem Punkt P2, der in Bezug auf das Ende E der Scheitellagen **311** in axialer Richtung innen liegt. Die zweite Flanke **305**, die am Fahrzeug innen angeordnet werden soll, enthält kein Verstärkungsprofil und setzt sich in dem zweiten Wulst **307** fort, dessen innere Abwicklung größer ist als die Ab-



wicklung des ersten Wulstes **306**.

**[0051]** Analog zur montierten Einheit des Standes der Technik ist ein innerer Ring **303** vorgesehen, der an einer Auflagefläche **312** der Felge angeordnet ist, die axial zwischen den Felgensitzen **313**, **314** vorgesehen ist. Dieser innere Ring **303** dient dazu, das Ausbeulen des Scheitels des Luftreifens beim Fahren ohne Druck zu verhindern und gleichzeitig die Last des Luftreifens unter diesen Bedingungen aufzunehmen. Der Luftreifen ist, wie dargestellt, radial über dem ersten Wulst **306** mit einer Rille **315** versehen, die sich in Richtung der Außenseite des Luftreifens öffnet, wobei die Rille eine höhere Flexibilität der mit einem Verstärkungsprofil versehenen Flanke in der Nähe des unteren Punktes P1 des Profils sicherstellt.

**[0052]** Die Luftreifeneinheit **300** weist eine Gesamtbreite S' auf, die in etwa der Gesamtbreite der montierten Einheit **300'** des Standes der Technik entspricht, mit dem Unterschied, dass die Gesamtbreite S' der parallel zur Drehachse zwischen den in axialer Richtung breitesten Punkten der Flanken gemessenen Strecke entspricht, wenn der Luftreifen auf seiner Felge montiert und aufgepumpt ist (die Breite S' ist größer als die Breite S, die zwischen den in axialer Richtung am weitesten auseinander liegenden Punkten der Felge **302** gemessen wird). Die Verminderung der Breite der Felge und die Verminderung der Breite des Stützringes gleichen die Erhöhung des Gewichts mehr als aus, die durch die Gegenwart eines Profils in jeder Flanke verursacht wird, was im Vergleich mit dem Gewicht der montierten Einheit **300'** des Standes der Technik insgesamt durch eine Verminderung des Gesamtgewichts der montierten Einheit **300** zum Ausdruck kommt.

**[0053]** Nach einer weiteren Ausführungsform der erfindungsgemäßen montierten Einheit, die in [Fig. 4](#) gezeigt ist, wird vorgeschlagen, keinen Stützring zu verwenden. In der [Fig. 4](#) ist mit gestrichelten Linien eine montierte Einheit **400'** des Standes der Technik gezeigt (die der Einheit entspricht, die in [Fig. 3](#) ebenfalls gestrichelt dargestellt ist), bei der die Felge Sitze mit unterschiedlichen Durchmessern aufweist. Die erfindungsgemäße Ausführungsform der aufgepumpten montierten Einheit **400**, die mit durchgezogenen Linien dargestellt ist, umfasst einen Luftreifen **401**, der in Bezug auf eine zur Drehachse senkrechte Mittelebene symmetrisch ist und der auf einer Felge **402** montiert ist, welche Sitze **413**, **414** mit gleichen Durchmessern aufweist. Jede Flanke **404**, **405** enthält eine Karkassenbewehrung **409**, deren Meridianprofil eine im Wulst und in den Flanken konstante Krümmungsrichtung aufweist und im Berührungspunkt T des Profils mit einem ringförmigen Element **410** des Wulstes eine Tangente TT' besitzt, die mit der Drehachse einen nach außen offenen Winkel von 70° bildet.

**[0054]** In der gezeigten Ausführungsform befindet sich ein Verstärkungsprofil **408** für die Flanke axial an der Außenseite der Karkassenbewehrung **409**. Der Winkel  $\delta$  zwischen der Tangente TT' an der Karkassenbewehrung am Berührungspunkt T und der Tangente P1P1' am Punkt P1 am Profilteil **408** an der Seite des Profilteils, die nicht mit der Karkassenbewehrung in Kontakt ist, beträgt 20°. Das Profilteil **408** ist ferner an der axial am weitesten außen liegenden Seite mit einer Verstärkungsbewehrung **411** versehen, die in Bezug auf das Profilteil der Karkassenbewehrung folgend radial nach Innen bis in den Gummi keil **412** fortgesetzt wird, in dem der Hochschlag der Karkassenbewehrung eingebettet ist; auf diese Weise wird eine bessere Verankerung des Profilteils **408** an der Karkassenbewehrung **409** und dem Wulstkern des Wulstes **410** sichergestellt. Die Verstärkungsbewehrung **411** setzt sich ferner entlang der Karkassenbewehrung radial jenseits des Punktes P2 fort.

**[0055]** Da sich der Punkt P1 in etwa in der Nähe des Berührungspunktes des Profils der Karkassenbewehrung mit dem ringförmigen Element des Wulstes **410** befindet, ist es vorteilhaft, jeden Wulst über den Wulstspitzen mit einer Rille **417** zu versehen, die axial nach außen und radial offen ist, um die durch das Profilteil verursachte Verdickung zu kompensieren und in der Nähe von P1 eine Art Gelenk zu bilden.

**[0056]** Die Montagefelge **402** besitzt Sitze **413**, **414** von gleichem Durchmesser, die jeweils eine Erzeugende aufweisen, die mit der Drehachse einen in Richtung der Außenseite des Luftreifens geneigten Winkel einschließen. In axialer Richtung zwischen den beiden Felgensitzen **413**, **414** ist eine umlaufende Rippe **415** ausgebildet, die radial nach außen eine zylindrische Oberfläche **416** aufweist, deren Radius Rp größer ist als der größte Abstand der axial am weitesten innen liegenden Punkte der Erzeugenden der kugelstumpfförmigen Felgensitze **402**. Die Flanken des erfindungsgemäßen Luftreifens weisen jeweils ein Verstärkungsprofil auf, das beim Fahren ohne Druck einen Teil der Last aufnimmt, wobei die an der Felge vorgesehene Rippe **415** die Funktion hat, das Ausbeulen des Scheitels eines auf die Felge montierten und fahrenden Luftreifens zu verhindern; durch eine solche Anordnung kann die Verwendung eines Stützrings unterbleiben.

**[0057]** Der Radius Rp der Punkte der Rippe, die in radialer Richtung am weitesten von der Drehachse entfernt sind, liegt vorzugsweise über dem Radius Rte der radial am weitesten entfernten Punkte des ringförmigen Elements des Wulstes, damit sie zur Vermeidung des Ausbeulens des Scheitels des Luftreifens in ausreichender Weise wirksam ist. Diese Aufgabe wird erfüllt, sobald der Unterschied zwischen dem Radius Rp und dem Radius Rte mindestens 5 mm beträgt.

**[0058]** Unter Berücksichtigung des für die Ausführungsform der [Fig. 3](#) Gesagte liegt die Gesamtbreite  $S'$  der Luftreifeneinheit über der Gesamtbreite  $S$  der Montagefelge **402**.

**[0059]** Die Verminderung der Breite der Felge, die durch die Verwendung eines erfindungsgemäßen Luftreifens möglich wird, erlaubt es, bei der Herstellung der Felge auf die Montagenut zu verzichten.

**[0060]** In [Fig. 5](#) ist im Meridianschnitt die montierte Einheit **400** gezeigt, die der in [Fig. 4](#) gezeigten Einheit entspricht, wenn die Einheit **400** einen Aufpumpdruck Null aufweist und einer gegebenen Last ausgesetzt ist (die angegebenen Bezugswerte entsprechen den Bezugswerten in [Fig. 4](#) und beziehen sich auch auf die gleichen Elemente). In dieser stark gequetschten Konfiguration ist zu sehen, dass die stark gekrümmten Flanken auf den Wulstspitzen aufliegen: die Rille **417** ist geschlossen und die radial äußeren und inneren Wände, die die Rille begrenzen, liegen aufeinander auf. Da der Luftreifen nicht aufgepumpt ist, wird die Last im Wesentlichen durch die Flanken und die Wülste aufgenommen. Es ist ferner ersichtlich, dass die in radialer Richtung äußere Oberfläche der Rippe **415** der Felge **402** lokal mit dem inneren Teil des Scheitels des Luftreifens in Kontakt ist, so dass verhindert wird, dass sich der Scheitel in der entgegengesetzten Richtung krümmt, wodurch er gewungenermaßen in Kontakt mit der Fahrbahn bleibt. Die Kombination der Flanken, die mit Profilteilen ausgestattet sind, welche die Flanken vor äußeren Einwirkungen schützen, mit den Wülsten, deren Erzeugende nach außen offen sind, ermöglicht es, eine sehr leistungsfähige Luftreifeneinheit herzustellen, unabhängig davon, ob der Reifen bei normalen Betriebsbedingungen oder bei Minderdruck oder sogar ohne Druck abrollt.

**[0061]** Wenn aus einem Reifen die Luft abgelassen ist, wird er nämlich gegenüber äußeren Beeinträchtigungen besonders empfindlich (nicht verstärkte Flanken werden leicht durch unterschiedliche Gegenstände beschädigt und zwar umso mehr, wenn sie nicht durch den Aufpumpdruck unter Spannung stehen). Es ist also besonders interessant, den Luftreifen in den Flanken mit erfindungsgemäßen Verstärkungsprofilen zu versehen.

### Patentansprüche

1. Luftreifen (**1**, **101**, **301**, **401**), der mindestens einen ersten Wulst, dessen Sitz eine Erzeugende aufweist, deren axial inneres Ende auf einem Kreis mit einem Durchmesser liegt, der größer ist als der Durchmesser des Kreises, auf dem sich das axial äußere Ende befindet, wobei der Wulstfuß des Reifenwulstes axial innen liegt, wohingegen die Wulstspitze sich axial außen befindet, und eine radiale Karkassenbewehrung (**12**, **112**, **309**, **409**) aufweist, die in je-

dem Wulst um mindestens ein ringförmiges, nicht dehnbares und mit einer Kautschukmischung umhülltes Wulstverstärkungselement (**5**, **105**, **310**, **410**) in Richtung von innen nach außen zur Bildung eines Hochschlags umgeschlagen ist und sich in ein keilförmiges Profilteil aus einer Kautschukmischung erstreckt, welche eine Shore A-Härte über der (den) Shore A-Härte(n) der Kautschukmischungen radial unter dem Element bzw. dem axial angrenzenden Profilteil aufweist, wobei das Meridianprofil der Karkassenbewehrung, wenn der Luftreifen auf der Betriebsfelge (**2**, **102**, **302**, **402**) montiert und auf den empfohlenen Druck aufgepumpt ist, eine in dem ersten Wulst und der ihn in radialer Richtung fortsetzenden Flanke konstante Krümmungsrichtung aufweist und im Berührungspunkt T des Profils mit dem ringförmigen Element (**5**, **105**, **310**, **410**) des ersten Wulstes eine Tangente TT' besitzt, die mit der Drehachse einen nach außen offenen Winkel  $\varphi$  von 45 bis 70° bildet, wobei der Luftreifen so vorliegt, dass im Meridianschnitt:

- zumindest die Flanke (**7**, **107**, **304**, **404**), die in der Verlängerung des Wulstes liegt, ein Profilteil (**14**, **114**, **308**, **408**) aufweist, das im Schnittbild in etwa die Form einer Sichel besitzt, welche durch eine Innenseite und eine Außenseite begrenzt wird, wobei sich das Profilteil zwischen einem Punkt P1 und einem Punkt P2 erstreckt, wobei sich der Punkt P1 auf einem Kreis mit dem Radius R1 befindet, der größer ist als der äußere Radius Rte des ringförmigen Elements des Wulstes und kleiner als der Radius R0 des Kreises, auf dem sich die axial am weitesten außen liegenden Punkte der Karkassenbewehrung des auf seiner Felge montierten und auf den Betriebsdruck aufgepumpten Luftreifens befinden, wobei sich der Punkt P2 auf einem Kreis mit dem Radius R2 befindet, der größer als der Radius R0 ist;
- eine der Seiten – die Innenseite oder die Außenseite – des Profilteils (**14**, **114**, **308**, **408**) dem Profil der Karkassenbewehrung folgt; und
- der Verlauf der Seite des Profilteils, die der Seite des Profilteils gegenüberliegt, die sich näher an der Karkassenbewehrung befindet, nur eine einzige Krümmungsrichtung besitzt.

2. Luftreifen nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Winkel  $\delta$ , den die Tangente im Punkt P1 an der Seite des Profilteils, die der näher an der Karkassenbewehrung liegenden Seite gegenüberliegt, und die Tangente TT' bilden, einen Absolutwert von 20° oder darüber aufweist.

3. Luftreifen nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Profilteil zumindest zum Teil – zwischen P1 und P2 – mit einer zusätzlichen Verstärkungsbewehrung abgedeckt ist, die dazu dient, das Profilteil zu verstärken, an der Seite, die nicht mit der Karkassenbewehrung in Kontakt ist.

4. Luftreifen nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet,

zeichnet, dass sich die zusätzliche Verstärkungsbe-  
wehrung radial nach innen jenseits des Punktes P1  
des Profiltails entlang der Karkassenbewehrung fort-  
setzt.

5. Luftreifen (**101, 301**) nach einem der Ansprü-  
che 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Radi-  
us R1 kleiner ist als  $(3R_{te} + R_0)/4$ , und dadurch, dass  
eine in Umfangsrichtung ausgerichtete Entkoppe-  
lungsrille (**121, 315**) axial und radial an der Außenseite  
des ersten Wulstes ausgebildet ist, wobei die Rille  
von einer radial innen liegenden Fläche und einer ra-  
dial außen liegenden Fläche so begrenzt wird, dass  
sich der Schnittpunkt K der beiden Flächen im  
Schnittbild in einem Abstand Rri von der Drehachse  
des Luftreifens befindet, der in etwa dem Radius R1  
des Profiltails entspricht, so dass die radial äußere  
Oberfläche beim Fahren mit Minderdruck oder ohne  
Druck mit der radial innen liegenden Fläche in Aufla-  
ge kommen kann, wobei der Schnittpunkt K der radial  
inneren Fläche und der radial äußeren Fläche als Be-  
rührungspunkt der Flächen mit einer zur Drehachse  
senkrechten Geraden angenommen wird.

6. Luftreifen (**101, 301**) nach Anspruch 5, da-  
durch gekennzeichnet, dass die radial innere Fläche,  
die die Rille begrenzt, im Meridianschnitt einen Punkt  
L aufweist, der sich axial und radial außen in einem  
Abstand Rre von der Drehachse befindet, der min-  
destens dem Abstand Rri entspricht, und dadurch,  
dass die Profile der Flächen so sind, dass sie beim  
Fahren ohne Druck oder Minderdruck miteinander in  
Auflage kommen können.

7. Luftreifen nach Anspruch 5 oder 6, dadurch  
gekennzeichnet, dass der Schnittpunkt K der radial  
inneren Oberfläche und radial äußeren Oberfläche,  
die die Rille (**121, 315**) begrenzen, im Meridianschnitt  
in axialer Richtung innen an einer zur Drehachse  
senkrechten Geraden gelegen ist, die durch den axial  
am weitesten außen liegenden Punkt des ringförmigen  
Elements (**105, 310**) verläuft.

8. Luftreifen (**1, 101, 301**) nach einem der An-  
sprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass das  
Profilteil (**14, 114, 309**) in der Flanke axial an der In-  
nenseite der Karkassenbewehrung (**12, 112, 309**) an-  
gebracht ist, und dadurch, dass der Winkel  $\beta$ , den die  
Tangente an der Seite des Profiltails, die der Seite  
des Profiltails, die mit der Karkassenbewehrung in  
Kontakt ist, gegenüberliegt, mit der Drehachse des  
Luftreifens bildet, über  $70^\circ$  liegt.

9. Luftreifen nach einem der Ansprüche 1 bis 8,  
dadurch gekennzeichnet, dass er einen zweiten  
Wulst aufweist, dessen Sitz die gleiche Konfiguration  
hat wie der erste Sitz des ersten Wulstes, d.h. einen  
Sitz, dessen Erzeugende ein axial inneres Ende auf  
einem Kreis mit einem Durchmesser aufweist, der  
größer ist als der Durchmesser des Kreises, auf dem

sich das axial äußere Ende befindet, oder ein so ge-  
nannter nach außen geneigter Sitz, wobei das Meri-  
dianprofil der Karkassenbewehrung eine in dem  
zweiten Wulst und der ihn in radialer Richtung verlän-  
gernden Flanke konstante Krümmungsrichtung be-  
sitzt und am Berührungspunkt T des Profiltails mit  
dem ringförmigen Element des zweiten Wulstes eine  
Tangente TT' aufweist, die mit der Drehachse einen  
nach außen offenen Winkel  $\phi$  von  $45$  bis  $70^\circ$  bildet,  
wobei die den zweiten Wulst fortsetzende Flanke ein  
Profilteil enthält, welches im Schnittbild die in Um-  
fangsrichtung kontinuierliche Form einer Sichel auf-  
weist und sich zwischen zwei Punkten P1 und P2 er-  
streckt, die sich jeweils auf einer Seite des Punktes  
der Karkassenbewehrung befinden, der sich in axia-  
ler Richtung am weitesten außen befindet, wenn der  
Luftreifen aufgepumpt ist.

10. Luftreifen nach Anspruch 9, dadurch gekenn-  
zeichnet, dass er zwei so genannte nach außen ge-  
neigte Sitze von unterschiedlichen Durchmessern  
aufweist.

11. Luftreifeneinheit (**300, 400**), die aus einem  
Luftreifen (**301, 401**) nach Anspruch 9 oder nach An-  
spruch 10 und einer Montagefelge (**302, 402**) gebil-  
det wird, welche zwei kegelstumpfförmige Sitze auf-  
weist, wobei die Erzeugende jedes Sitzes mit der  
Drehachse einen Winkel von  $4$  bis  $30^\circ$  bildet, wobei  
das axial äußere Ende einer Erzeugenden von der  
Drehachse weniger weit entfernt ist als der Abstand,  
den das axial innere Ende von der Achse hat, wobei  
die kegelstumpfförmige Sitze axial nach außen durch  
Erhebungen mit axial innen kegelstumpfförmigen  
Wänden begrenzt werden, wobei die Felge ferner  
Stützmittel (**303, 415**) aufweist, die zumindest dazu  
dienen sollen, das Ausbeulen des Scheitels des Luft-  
reifens zu verhindern, d.h. Mittel, die den Scheitel  
beim Fahren ohne Druck Null in Kontakt mit dem Bo-  
den halten.

12. Luftreifeneinheit (**300**) nach Anspruch 11, da-  
durch gekennzeichnet, dass die Stützmittel, die dazu  
vorgesehen sind, das Ausbeulen des Scheitels des  
Luftreifens zu verhindern, eine Auflagefläche (**312**),  
die axial zwischen den Felgensitzen vorgesehen ist,  
und einen Stützring (**303**) von geeigneten Abmes-  
sungen umfassen, wobei der Ring auf der Auflageflä-  
che (**312**) montiert ist.

13. Luftreifeneinheit nach einem der Ansprüche  
11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass die mit ei-  
nem Profilteil versehene Flanke in axialer Richtung  
an der Außenseite des Fahrzeugs angeordnet ist, da-  
mit die außen am Fahrzeug befindliche Flanke beim  
Fahren vor äußeren Einwirkungen besser geschützt  
ist, wenn die Einheit an einem Fahrzeug montiert ist.

14. Luftreifeneinheit nach einem der Ansprüche  
11 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Durch-

messer der Felgensitze unterschiedlich sind.

15. Luftreifeneinheit (**400**) nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Felge (**402**) axial zwischen den kegelstumpfförmigen Sitzen eine Rippe (**415**) aufweist, die einen Stützkörper bildet, wobei die Punkte der Rippe (**415**), die am weitesten von der Drehachse entfernt sind, auf Kreisen mit Radien  $R_p$  angeordnet sind, die größer sind als die größten Radien der Kreise, auf denen sich die axial am weitesten innen liegenden Punkte der kegelstumpfförmigen Sitze befinden.

16. Luftreifeneinheit (**400**) nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass der Radius  $R_p$  der Punkte der Rippe, die in radialer Richtung am weitesten von der Drehachse entfernt sind, größer ist als der Radius  $R_{te}$  der radial am weitesten außen liegenden Punkte des ringförmigen Elements des Wulstes.

17. Luftreifeneinheit (**400**) nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass der Unterschied zwischen dem Radius  $R_p$  der Punkte der Rippe, die radial am weitesten von der Drehachse entfernt sind, und dem Radius  $R_{te}$  der radial am weitesten außen liegenden Punkte des ringförmigen Elements des Wulstes mindestens 5 mm beträgt.

18. Luftreifeneinheit (**300**, **400**) nach einem der Ansprüche 11 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass die Gesamtbreite  $S'$  der montierten Einheit über der Breite  $S$  liegt, die zwischen den axial am weitesten auseinander liegenden Punkten der Felge liegt.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

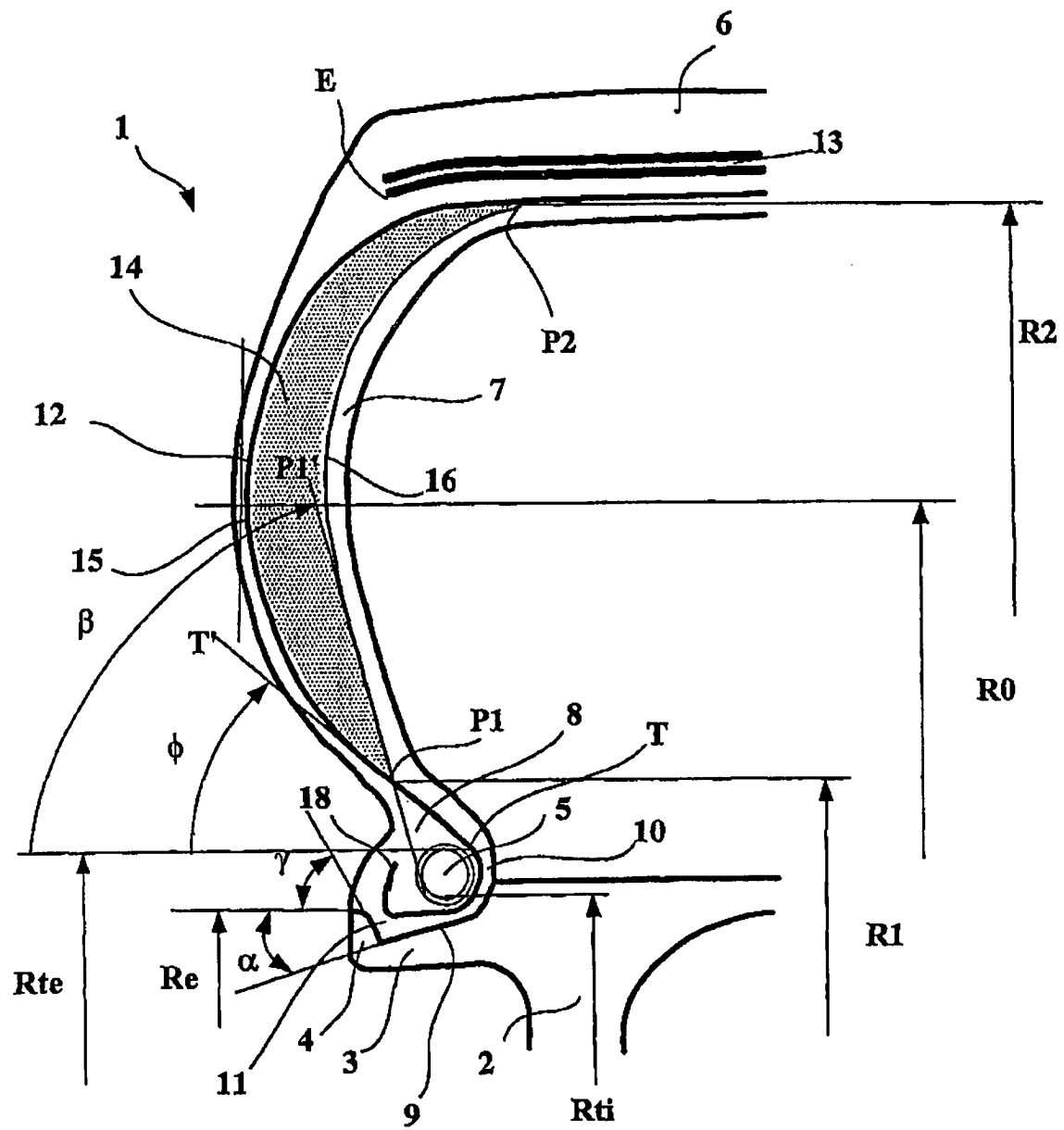
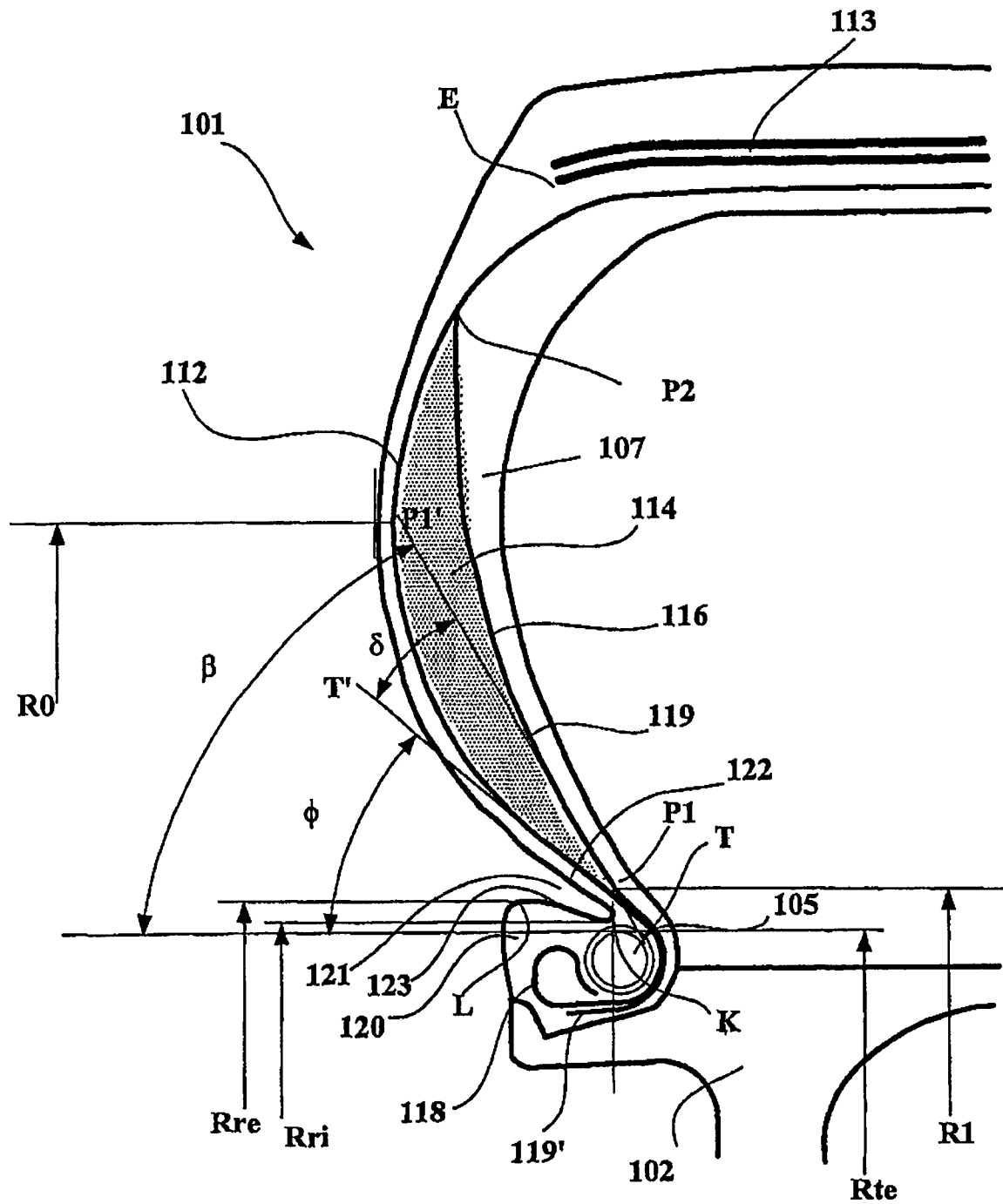
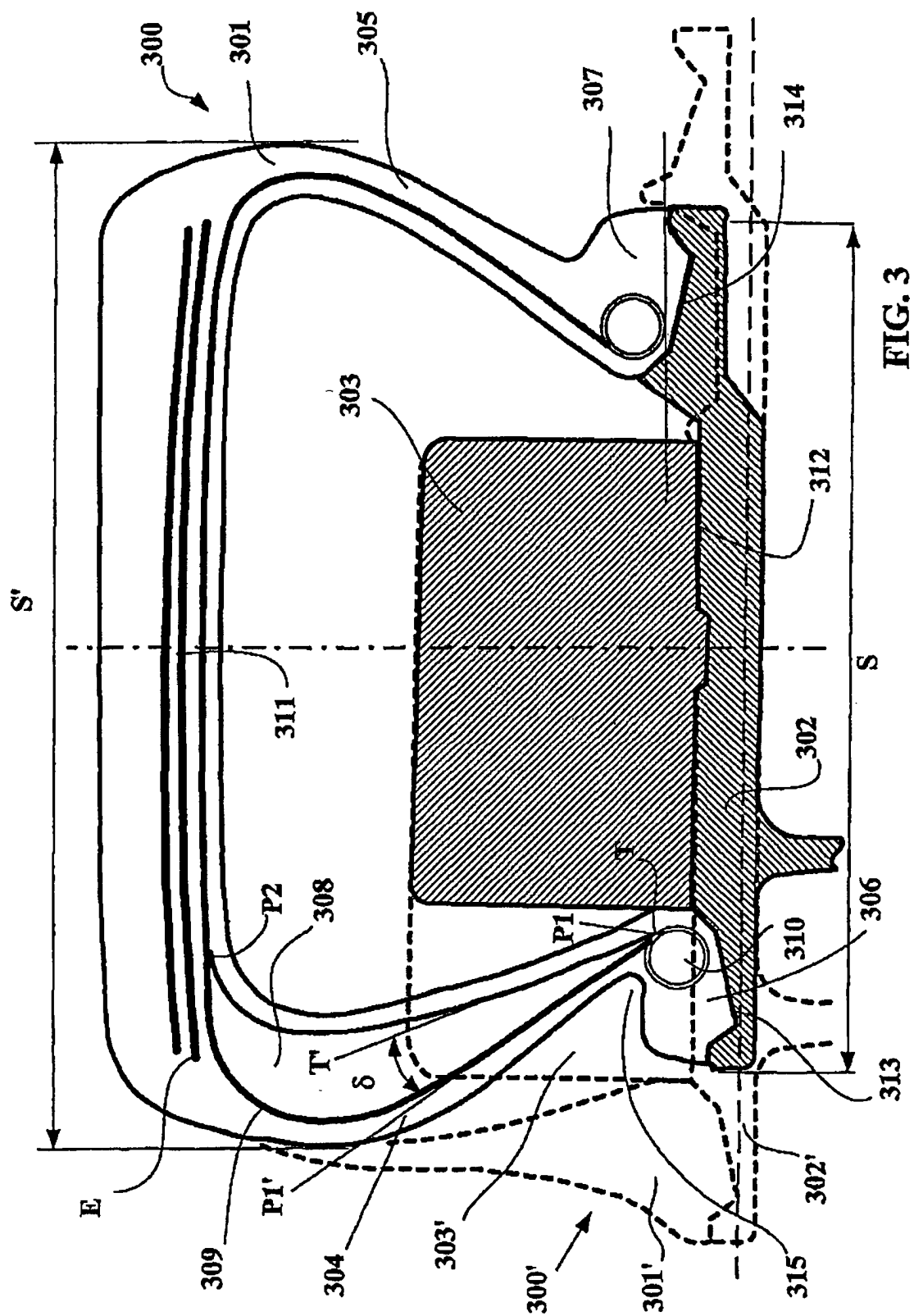


FIG. 1

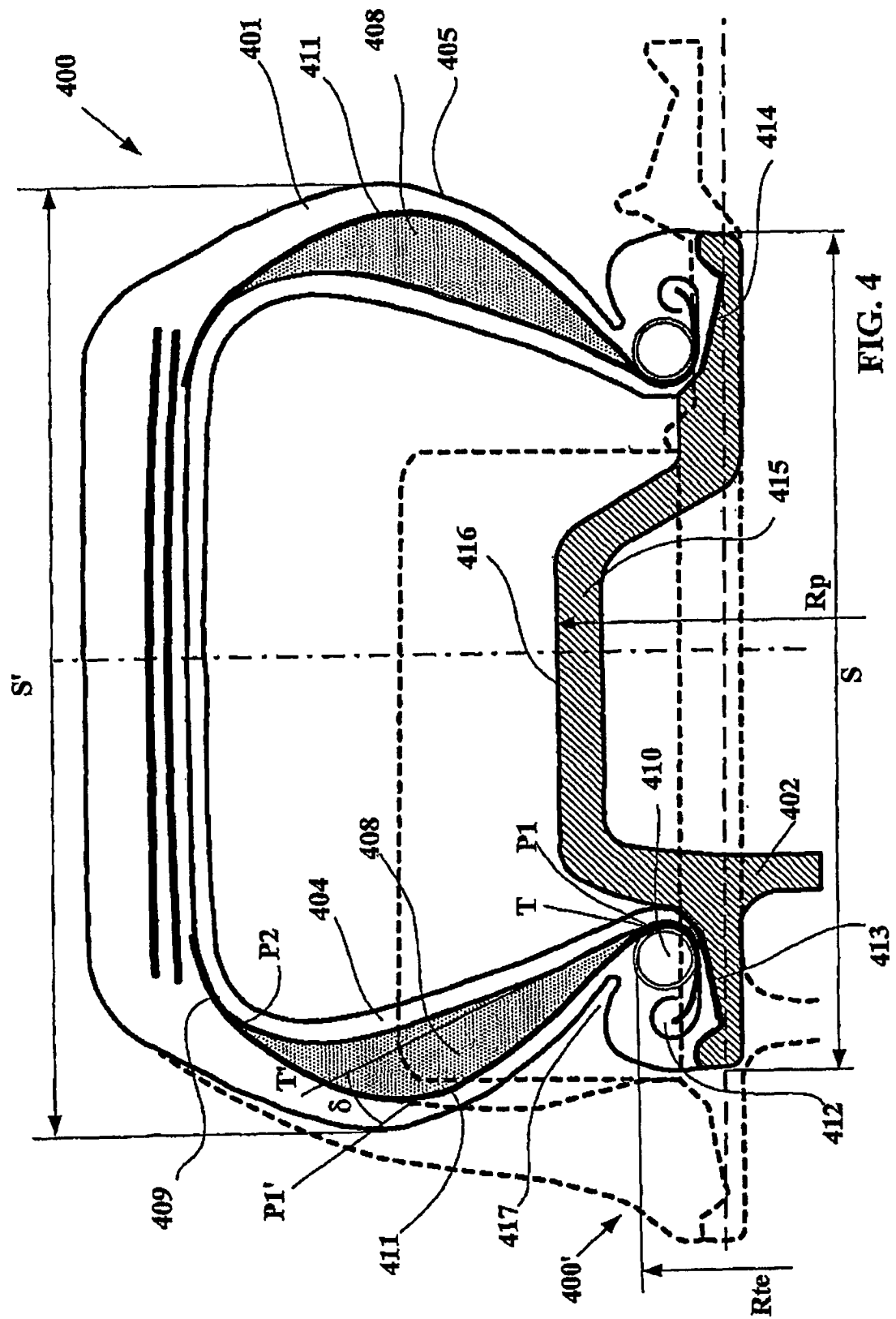


**FIG. 2**





**FIG. 3**



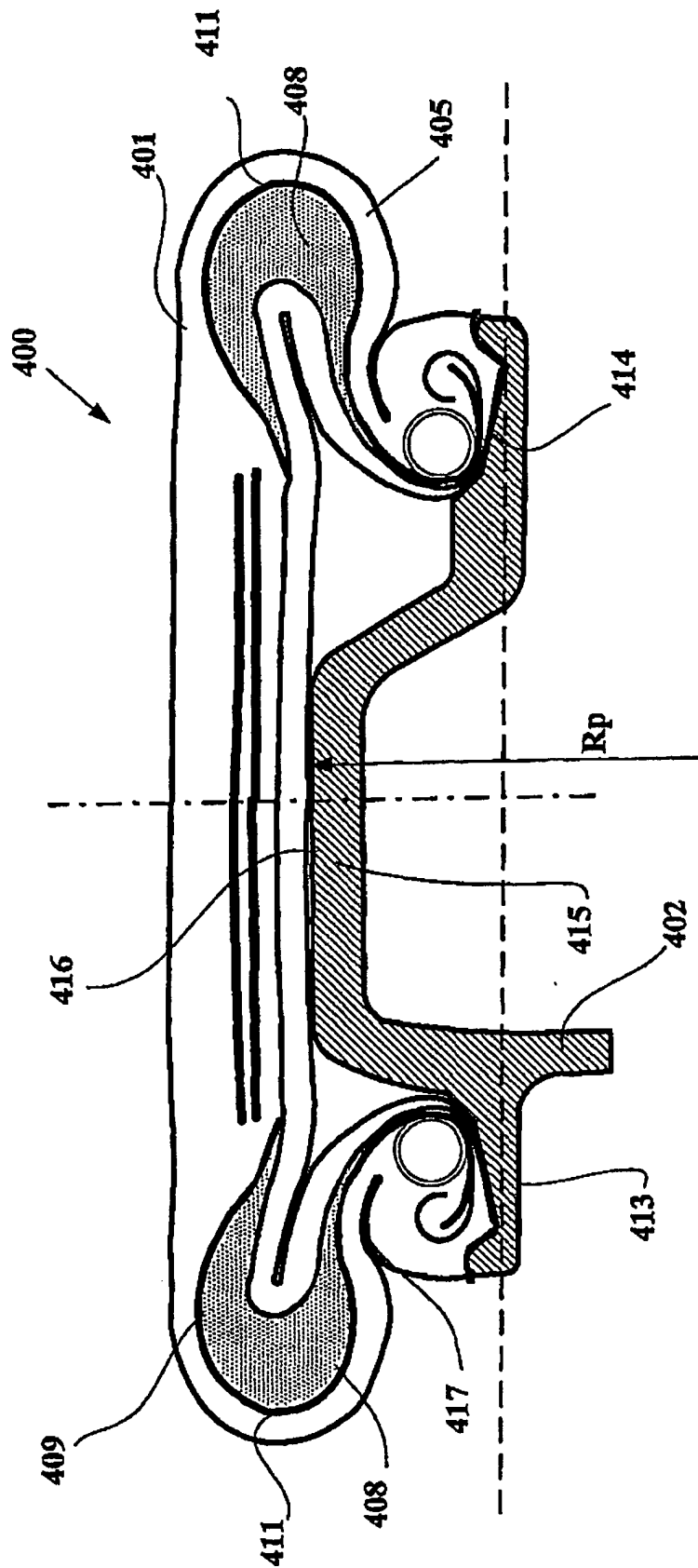


FIG. 5