(19) **Bundesrepublik Deutschland**
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 603 07 431 T2** 2006.11.30

(12) # Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 475 250 B1**
(21) Deutsches Aktenzeichen: **603 07 431.6**
(96) Europäisches Aktenzeichen: **03 009 787.7**
(96) Europäischer Anmeldetag: **09.05.2003**
(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **10.11.2004**
(97) Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA: **09.08.2006**
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **30.11.2006**

(51) Int Cl.[8]: ***B60C 23/06*** (2006.01)

(73) Patentinhaber:
Harman Becker Automotive Systems GmbH, 76307 Karlsbad, DE

(74) Vertreter:
Patent- und Rechtsanwälte Kraus & Weisert, 80539 München

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LI, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR

(72) Erfinder:
Rieck, Michael, 21109 Hamburg, DE; Wietzke, Joachim, 76228 Karlsruhe, DE

(54) Bezeichnung: **GPS (global positioning system) basierendes Verfahren und System zur Erkennung von Reifendruckänderungen**

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 allgemein ein Verfahren zum Ermitteln einer Reifendruckänderung eines Fahrzeugs und insbesondere ein GPS-basiertes Verfahren zum Ermitteln des Reifendrucks unter Verwendung des Reifenradius.

[0002] Eine Reifendrucküberwachung wird bei allen Arten von Fahrzeugen, beispielsweise bei Kraftfahrzeugen, Lastkraftwagen, Flugzeugen, Motorrädern, Fahrrädern, beweglichen industriellen Gerätschaften und Baugeräten und Ähnlichem weiter verbreitet. Beispielsweise hängen der Fahrzeugbetrieb, die Fahrzeugsicherheit und der Fahrzeugkraftstoffverbrauch von dem richtigen Reifendruck ab. Wenn ein Loch im Reifen, ein schleichender Platten oder ein anderer Unterdruckzustand auftritt, sollte der Fahrer des Fahrzeugs gewarnt werden. Auch bei neueren „pannenfreien" („no flat") Reifen sollte der Druck innerhalb eines bestimmten zurückgelegten Kilometerbereichs überwacht werden.

[0003] Die Verwendung von an jedem Reifen angeordneten Drucksensoren, um einen Unterdruckzustand zu erkennen, ist bekannt. Dies bedeutet, dass für jeden Reifen ein Sensor und ein komplizierter Kabelbaum benötigt wird. Für Lastkraftwagen, welche bis zu 18 oder 20 Reifen aufweisen, verkompliziert dies die Struktur des Kabelbaums und erhöht daher die Gesamtkosten eines derartigen Fahrzeugs.

[0004] Es ist auch bekannt, den Reifendruck anhand des folgenden Prinzips zu ermitteln: Falls sich das Fahrzeug mit einer Geschwindigkeit v bewegt, wird sich der Fahrzeugreifen mit einer Winkelgeschwindigkeit $\Omega = v:r$ drehen, wobei r der Reifenradius ist. Ein Reifen, welcher einen Unterdruckzustand aufweist, wird einen kleineren Radius aufweisen und wird sich daher mit einer größeren Winkelgeschwindigkeit als die anderen Reifen drehen, welche einen normalen Reifendruck aufweisen. Es ist daher möglich, den Reifenradius zu ermitteln, da die Geschwindigkeit und die Anzahl von Drehungen des Reifens bekannt sind, wobei der Radius eine Größe ist, welche direkt von dem Reifendruck abhängt.

[0005] Die DE 100 15 230 A1 betrifft ein Verfahren zum Ermitteln des Reifendrucks durch Messen der Winkelgeschwindigkeit des Reifens und der Geschwindigkeit des Fahrzeugs selbst. Die Winkelgeschwindigkeit oder die Anzahl von Drehungen jedes Reifens kann man mittels eines Rotationssensors erhalten. Ein solcher Detektor ist in jedem neuen Kraftfahrzeug vorhanden, da heutzutage neue Kraftfahrzeuge mit einem ABS-System ausgestattet sind, welches den Rotationssensor verwendet, um zu bestimmen, ob ein Rad blockiert oder nicht.

[0006] Bei dem oben beschriebenen Verfahren zum Ermitteln des Reifendrucks unter Verwendung der Winkelgeschwindigkeit und der Anzahl von Drehungen besteht das Problem, dass dieses Verfahren keine zuverlässigen Ergebnisse bereitstellt und dass viele Korrekturen nötig sind, um gute Ergebnisse zu erhalten. Weiterhin wird ein kompliziertes Abgleichsystem benötigt, falls der richtige Reifendruck gewünscht wird. Somit verbleit ein Bedarf an einer zuverlässigen, einfachen und automatischen Methode zum Ermitteln des Reifendrucks und an Systemen, welche eine einfache Ermittlung des Reifendrucks bereitstellen, ohne irgendwelche direkte Reifendrucksensoren zu verwenden.

[0007] Die DE 198 21 582 A1 offenbart ein Verfahren zum Ermitteln eines Reifendrucks unter Verwendung der Anzahl von Drehungen und des GPS-Signals.

[0008] Es besteht ein Bedarf, das Verfahren zum Ermitteln des Reifendrucks eines sich bewegenden Fahrzeugs weiter zu verbessern.

[0009] Dies wird durch das Verfahren nach Anspruch 1 erreicht. Bevorzugte Ausführungsbeispiele sind in den abhängigen Ansprüchen 2–16 beschrieben. Die Aufgabe wird auch durch ein System zum Ermitteln einer Reifendruckänderung für ein sich bewegendes Fahrzeug erreicht, wie es in Anspruch 17 beschrieben ist, wobei die abhängigen Ansprüche 18–24 bevorzugte Ausführungsbeispiele des Systems beschreiben.

[0010] Nach der vorliegenden Erfindung umfasst das Verfahren zum Ermitteln einer Reifendruckänderung die Schritte Ermitteln einer ersten zurückgelegten Entfernung d1 des Fahrzeugreifens unter Verwendung einer ersten Berechnungsmethode. Weiterhin wird eine zweite zurückgelegte Entfernung d2 des Fahrzeugreifens unter Verwendung einer zweiten Berechnungsmethode ermittelt. In dem nächsten Schritt wird die Differenz zwischen d1 und d2 berechnet.

[0011] Nach einem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung umfasst die erste Berechnungsmethode zum Ermitteln von d1 den Schritt Erfassen der Anzahl von Drehungen N des Fahrzeugreifens mittels eines Detektors, wobei d1 durch die folgende Gleichung berechnet wird:

$$d1 = 2\pi \cdot r \cdot N,$$

wobei r ein vorherbestimmter Wert des Reifenradius ist. Mit diesem Schritt kann die erste zurückgelegte Entfernung d1 einfach berechnet werden.

[0012] Nach einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung umfasst die zweite Berechnungsmethode die Schritte Erfassen eines GPS-Signals ei-

nes sich bewegenden Fahrzeugs und Berechnen der zweiten zurückgelegten Entfernung d2 des sich bewegenden Fahrzeugs auf der Basis des erfassten GPS-Signals.

[0013] Ein in einem sich bewegenden Kraftfahrzeug installierter GPS-Empfänger verwendet einen Dreiecksmechanismus, um seine Position zu berechnen, wobei GPS-Satelliten die Information über ihre Positionen zusammen mit der genauen Zeit funken. Indem er die Koordinaten des Satelliten kennt und die von den GPS-Satelliten ausgestrahlten gereisten Funksignale verwendet, misst der GPS-Empfänger in dem Kraftfahrzeug die Entfernung zu dem Satelliten und ist in der Lage, seine Position von diesem zu berechnen. Folglich kann durch Verwendung eines GPS-Systems in einem sich bewegenden Kraftfahrzeug die zurückgelegte Entfernung des Kraftfahrzeugs einfach berechnet werden. Auf der Basis der tatsächlich zurückgelegten Entfernung d2 und auf der Basis der Anzahl von Drehungen N kann der tatsächliche Radius des Reifens r_{act} berechnet werden. Der Reifendruck kann mittels des berechneten Radius r_{act} ermittelt werden.

[0014] Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel wird die genaue zurückgelegte Entfernung d2 berechnet, indem die GPS-Daten zusammen mit Daten verwendet werden, welche von einem Bewegungsdetektor erfasst werden. Normalerweise stellt der GPS-Empfänger sekündlich einen Datensatz der Empfängerkoordinaten im Raum zur Verfügung. Der exakte Weg zwischen zwei empfangenen Datensätzen des sich bewegenden Fahrzeugs ist nicht bekannt. Daher wird ein Bewegungsdetektor, wie ein Kompass, eine Kreiseleinrichtung, Lenkradgrenzschalter und/oder Rechts- oder Linksbeschleunigungssensoren zusammen mit den GPS-Daten zum Ermitteln des genauen Wegs des sich bewegenden Fahrzeugs verwendet. Diese Mischnavigationssysteme stützen sich auf GPS und die Verwendung von Kreiseln, um die Leistung zu optimieren. Entsprechend ist es möglich, die zweite zurückgelegte Entfernung d2 genau zu berechnen, indem die GPS-Daten und die von einem Bewegungsdetektor, wie einer Kreiseleinrichtung, erfassten Daten verwendet werden. Die genau berechnete Entfernung d2 ist in nachfolgenden Schritten des erfindungsgemäßen Verfahrens nötig, um genaue Ergebnisse für den berechneten tatsächlichen Reifenradius zu erhalten.

[0015] Bei einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung wird die auf einer Anzahl von Drehungen des Reifens basierende erste zurückgelegte Entfernung d1 unter Verwendung der erfassten Anzahl von Drehungen N des Reifens ermittelt, welche von dem Rotationssensor gemessen wird. Die Entfernung d_{rot} wird unter Verwendung der folgenden Gleichung ermittelt:

$$d1 = 2\pi \cdot r \cdot N,$$

wobei r ein vorherbestimmter Radiuswert und N die Anzahl von Drehungen des Reifens ist.

[0016] Wenn diese zwei Entfernungen d1 und d2 bekannt sind, können sie verglichen werden.

[0017] Nach der vorliegenden Erfindung wird ein irregulärer Reifendruck erkannt, falls die Differenz zwischen der ersten zurückgelegten Entfernung d1 und der über GPS erhaltenen zweiten zurückgelegten Entfernung d2 größer als ein vorherbestimmter Schwellenwert V ist. Falls die Differenzen zwischen den Ergebnissen für d1 und d2 voneinander um einen bestimmten Betrag verschieden sind, bedeutet das, dass die Entfernung d1, welche mittels der Anzahl von Drehungen in Abhängigkeit von dem Radius r berechnet wurde, beispielsweise viel größer als die Entfernung d2 ist. Im Fall eines Reifens mit Unterdruck dreht sich dieser Reifen schneller als die anderen Reifen, so dass die berechnete Entfernung d1 unter Verwendung eines größeren vorherbestimmten Werts r des Reifens größer als in Wirklichkeit ist.

[0018] Der tatsächliche Radius des Reifens kann durch die folgende Gleichung ermittelt werden:

$$d2 = 2\pi \cdot r_{act} \cdot N.$$

[0019] Das GPS-System stellt die genaue zurückgelegte Entfernung d2 bereit, der Rotationssensor gibt die Anzahl von Drehungen N an, so dass der tatsächliche Radius des Reifens berechnet werden kann. Dieser tatsächliche Radius r_{act} hängt direkt von dem Reifendruck ab, so dass der Reifendruck aus dem Reifenradius abgleitet werden kann.

[0020] Jedoch hängt der Reifenradius nicht nur von dem Reifendruck, sondern auch von Drehkräften bei hohen Geschwindigkeiten und von Hitze ab. Der Umfang des Reifens nimmt beispielsweise mit höheren Geschwindigkeiten zu, da die Zentrifugalkraft mit höheren Winkelgeschwindigkeiten zunimmt. Diese Zunahme kann für ein Kraftfahrzeug, welches sich mit einer Geschwindigkeit von mehr als 200 km/h bewegt, so groß wie 5 cm sein. Die Entfernung d1 wird ermittelt, indem ein vorherbestimmter Wert für den Radius r des Reifens verwendet wird. Es ist daher wichtig, diesen vorherbestimmten Wert r an die tatsächlichen Fahrbedingungen des Fahrzeugs anzupassen. Daher wird die Entfernung d1 zu einer Zeit T berechnet, indem der tatsächliche Radius des Reifens r_{act} zu einer Zeit T minus 1 als vorherbestimmter Wert des Radius r verwendet wird. Falls das Verfahren zum Ermitteln des Radius r wiederholt wird, beispielsweise alle 1 bis 10 Sekunden, kann der momentane Radius r_{act}, welcher in einem Zustand 1 bis 10 Sekunden früher erfasst wurde, verwendet werden, um d1 zu ermitteln, so dass ein sich ändernder

Radius des Reifens aufgrund von Drehkräften bei hohen Geschwindigkeiten oder aufgrund von Hitze berücksichtigt wird, wenn die auf der Anzahl von Drehungen basierende Entfernung d1 berechnet wird. Folglich wird eine Fehlinterpretation eines durch hohe Geschwindigkeiten verursachten, sich ändernden Reifenradius als ein irregulärer Reifendruck verhindert oder stark verringert. Daher wird ein irregulärer Reifendruck durch Verwenden der Differenzen zwischen d2 und d1 nur ermittelt, falls ein tatsächliches Loch oder ein schleichender Platten des Reifens vorliegt. Folglich erhält man ein sehr zuverlässiges Verfahren zum Ermitteln des Reifendrucks.

[0021] Bei einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung wird der tatsächliche Wert r_{act} für alle Reifen des Fahrzeugs berechnet, und die Ergebnisse werden miteinander verglichen. Falls ein berechneter Radius r_{act} von einem anderen berechneten Radius um einen vorherbestimmten Betrag abweicht, kann abgeleitet werden, dass ein Unterdruckzustand vorliegt.

[0022] Falls nur ein Radius der berechneten Radien für alle Reifen von den anderen abweicht, liegt vermutlich ein Unterdruckzustand vor.

[0023] Bei einem anderen Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung werden die berechneten Radien r_{act} für eine Fahrzeugachse verglichen. Falls sie sich um einen vorherbestimmten Betrag unterscheiden, liegt sehr wahrscheinlich ein Unterdruckzustand vor. Dieser irreguläre Druck kann von dem Fahrzeugbediener überwacht werden. Eine Reifendrucküberwachungseinrichtung kann jeden Reifendruck anzeigen, welcher gerade erfasst wird, und kann auch eingerichtet sein, um einen Alarm zu erzeugen, wenn ein irregulärer Druck erkannt wird. Die Lage des von einem Reifendruckalarm betroffenen Reifens kann auch angezeigt werden. Die Reifendrucküberwachungseinrichtung, welche eingerichtet ist, um eine solche Anzeige bereitzustellen, kann beispielsweise in dem Blendschutzbereich des Fahrzeugs angeordnet sein, an der Sonnenblende angebracht sein oder in eine Fahrzeugkonsole eingebaut sein. Alternativ kann die Reifendrucküberwachungseinrichtung an einem Armaturenbrett des Fahrzeugs angebracht sein oder in dieses eingebaut sein, oder der Druck kann durch eine Stimme angesagt werden, auf eine Oberfläche, beispielsweise eine Windschutzscheibe, projiziert werden, mit einer Bildschirmeinheit dargestellt werden etc.

[0024] Bei einem anderen Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung kann der Motor des Fahrzeugs abgestellt werden, falls ein irregulärer Reifendruck über eine bestimmte zurückgelegte Entfernung hinweg ermittelt wird. Bei einem weiteren Ausführungsbeispiel kann die zurückgelegte Kilometerzahl des Fahrzeugs verfolgt werden, wenn es einen Zustand „kein Luftdruck" für irgendeinen der Reifen gibt.

[0025] Bei einem anderen Ausführungsbeispiel wird ein durchschnittlicher tatsächlicher Radius r_{actAV} für jeden Reifen berechnet, wobei die letzten M Berechnungen von r_{act} berücksichtigt werden, wobei M beispielsweise zwischen 10 und 100 schwankt.

[0026] Vergleicht man die durchschnittlichen Radiuswerte r_{act} jedes Reifens einer Fahrzeugachse, kann ein irregulärer Reifendruck leicht erkannt werden. Verwendet man den durchschnittlichen Radius mehrerer Messungen, kann die Zuverlässigkeit des Systems erhöht werden, da einzelne fehlerhaft berechnete Werte einen geringeren Einfluss auf die Ermittlung eines irregulären Reifendrucks haben.

[0027] Bei einem weiteren Ausführungsbeispiel wird die Anzahl von Umdrehungen N aller Reifen des Fahrzeugs verglichen, und ein Reifen, welcher eine Umdrehungsanzahl aufweist, die von den anderen Reifen um einen vorherbestimmten Betrag abweicht, wird nicht für die Ermittlung des Reifendrucks verwendet. In diesem Fall kann das Rutschen eines Reifens erkannt werden, wenn sich das Fahrzeug auf Schmutz, Sand oder Schnee bewegt, und wenn sich ein Reifen über die zurückgelegte Entfernung häufiger als die anderen dreht. Da das vorliegende Verfahren unrichtige Ergebnisse liefern würde, wenn die Reifen rutschen, wird ein rutschender Reifen erkannt und für die Berechnung des Reifendrucks nicht verwendet.

[0028] Die vorliegende Erfindung betrifft auch ein System zum Ermitteln einer Reifendruckänderung, umfassend ein erstes Mittel zum Ermitteln einer ersten zurückgelegten Entfernung d1 des Fahrzeugreifens unter Verwendung einer ersten Berechnungsmethode, ein zweites Mittel zum Ermitteln einer zweiten zurückgelegten Entfernung d2 des Fahrzeugreifens unter Verwendung einer zweiten Berechnungsmethode und eine Recheneinheit zum Berechnen der Differenz zwischen d1 und d2.

[0029] Nach der vorliegenden Erfindung kann das zweite Mittel einen GPS-Empfänger zum Empfangen von GPS-Daten eines sich bewegenden Fahrzeugs umfassen. Weiterhin kann das zweite Mittel ein Mittel zum Berechnen der zweiten zurückgelegten Entfernung d2 des sich bewegenden Fahrzeugs auf der Basis der empfangenen GPS-Daten umfassen.

[0030] Das erste Mittel kann einen Rotationssensor zum Erfassen der Anzahl von Drehungen N des Reifens des sich bewegenden Fahrzeugs umfassen. Dieser Rotationssensor ist nötig, um die erste zurückgelegte Entfernung d1 zu ermitteln.

[0031] Weiterhin ist ein Mittel zum Berechnen eines Radius des Reifens r_{act} auf der Basis der zurückge-

legten zweiten Entfernung d2 und der erfassten Anzahl von Drehungen N und zum Ermitteln des Reifendrucks auf der Grundlage des berechneten Radius r_{act} des Reifens vorgesehen.

[0032] Nach einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung weist das System eine Kreiseleinrichtung, eine Überwachungseinrichtung, einen nicht-flüchtigen Speicher zum Speichern des vorherbestimmten Radius r und des tatsächlichen Radius r_{act}, eine Sender-/Empfängereinheit zum Übertragen des Radius des Reifens zu einer entfernten Basisstation auf, wobei das System einen irregulären Druck nach den oben beschriebenen Verfahren ermittelt.

[0033] Die anderen Aufgaben, Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden im Lauf der folgenden Beschreibung unter Bezugnahme auf die beigefügten Figuren ersichtlich werden.

[0034] Fig. 1 zeigt eine schematische Ansicht eines sich bewegenden Fahrzeugs, welches Merkmale der vorliegenden Erfindung einschließt,

[0035] Fig. 2 zeigt ein Flussdiagramm zum Ermitteln eines irregulären Reifendrucks unter Verwendung eines Verfahrens nach der vorliegenden Erfindung,

[0036] Fig. 3 zeigt ein schematisches System zum Ermitteln des Reifendrucks nach der vorliegenden Erfindung,

[0037] Fig. 4 zeigt das Flussdiagramm nach einem anderen Ausführungsbeispiel eines Teils von Fig. 2.

[0038] Fig. 5 zeigt ein anderes Ausführungsbeispiel zum Ermitteln eines irregulären Reifendrucks.

[0039] Fig. 1 zeigt ein Fahrzeug **10**, welches vier Reifen **11**, **12**, **13** und **14** aufweist, in einem System **20** zum Ermitteln des Reifendrucks. Das Fahrzeug **10** bewegt sich mit einer Geschwindigkeit v, wie durch den Pfeil **16** dargestellt ist. Die Reifen **11**, **12** gehören zu der Vorderachse **17**, die Reifen **13**, **14** gehören zu der Hinterachse **18**.

[0040] Es sollte sich verstehen, dass das Fahrzeug **10** jede Anzahl von Reifen mit jeder Anzahl von Achsen aufweisen kann. Weiterhin ist die vorliegende Erfindung nicht auf Fahrzeuge beschränkt. Sie kann bei jeder Art von sich bewegenden Mitteln eingesetzt werden, einschließlich Flugzeugen, Motorrädern, Fahrrädern, beweglicher industrieller Gerätschaft und Ähnlichem, falls sie einen mit Gas aufgeblasenen Reifen umfassen, welcher auf einer Stützfläche rollt.

[0041] In Fig. 2 ist ein Betriebsflussdiagramm zum Ermitteln des Reifendrucks gezeigt. Wenn sich das Kraftfahrzeug bewegt, wird das Verfahren bei Schritt **100** gestartet. In einem Schritt **200** wird die Anzahl von Drehungen N jedes Reifens unter Verwendung eines Rotationssensors erfasst. Dieser Detektor kann beispielsweise Teil eines ABS-Systems des Fahrzeugs oder jedes anderen Systems sein, welches einen Rotationssensor verwendet.

[0042] Wenn man die bei Schritt **200** erhaltene Anzahl von Drehungen N kennt, kann die Entfernung d1 auf der Grundlage der Anzahl von Drehungen des Reifens unter Verwendung der folgenden Gleichung ermittelt werden:

$$d1 = 2\pi \cdot r \cdot N$$

(Schritt **300**), wobei r ein vorherbestimmter Wert ist.

[0043] In Schritt **400** wird die zurückgelegte Entfernung d2 unter Verwendung des erfassten GPS-Signals von dem sich bewegenden Fahrzeug berechnet, welches von dem in dem Fahrzeug installierten GPS-Empfänger erfasst wird. Zur genauen Berechnung der zurückgelegten Entfernung d2 wird ein Misch-GPS-System verwendet, d.h. ein GPS-System zusammen mit einer Kreiseleinrichtung. Mit diesen zwei Systemen kann die genaue zurückgelegte Entfernung ermittelt werden.

[0044] Wenn man die zurückgelegte Entfernung d2 und die Anzahl von Drehungen N kennt, kann der tatsächliche Radius r_{act} unter Verwendung der folgenden Gleichung ermittelt werden:

$$d2 = 2\pi \cdot r_{act} \cdot N$$

(Schritt **500**).

[0045] Nach der Berechnung von d1 auf der Grundlage der Anzahl von Drehungen kann erkannt werden, ob das Fahrzeug geradeaus fährt oder ob das Fahrzeug abbiegt (Schritt **600**). Dieser Schritt kann weggelassen werden, aber in diesem Fall müssen die verschiedenen Radiuswerte r jedes Reifens in Betracht gezogen werden, da jeder Reifen einem verschiedenen Radius r folgt, wenn das Fahrzeug um eine Kurve abbiegt. Falls das Fahrzeug nach rechts abbiegt, in Fig. 1 durch einen Pfeil **16** dargestellt, dann wird sich der rechte Hinterreifen **14** auf dem innersten Kreis befinden, der rechte Vorderreifen **12** wird sich auf dem dem innersten Kreis benachbarten Kreis befinden, der linke Hinterreifen **13** wird sich auf dem dem äußersten Kreis benachbarten Kreis befinden, und der linke Vorderreifen **11** wird sich auf dem äußersten Kreis befinden. Entsprechend kann, indem man mittels des Bewegungsdetektors (der Kreiseleinrichtung) die Richtung kennt, in welcher das Fahrzeug abbiegt, das Verfahren nach der vorliegenden Erfindung auch ausgeführt werden, wenn das Fahrzeug nicht geradeaus fährt. Jedoch kann das

Verfahren einfacher ausgeführt werden, wenn die Schritte **200** bis **500** während einer geraden Bewegung des Fahrzeugs durchgeführt werden.

[0046] In einem nächsten Schritt wird die auf der Anzahl von Drehungen basierende Entfernung d1 mit der unter Verwendung der GPS-Daten berechneten Entfernung d2 verglichen (Schritt **700**). Falls die Differenz zwischen diesen zwei Entfernungen größer als ein Schwellenwert V ist, wird ein irregulärer Reifendruck erkannt (Schritt **800**) und der Fahrer sollte gewarnt werden (Schritt **900**). Falls die Differenz in dem vorherbestimmten Wert V liegt, kann das gesamte Verfahren wieder gestartet werden.

[0047] Anstatt zu ermitteln, ob das Fahrzeug geradeaus fährt, kann in Schritt **600** auch ermittelt werden, ob einen große positive oder negative Beschleunigung vorhanden ist. Im Fall einer großen negativen Beschleunigung, d.h. wenn der Fahrer bremst, ist es wahrscheinlich, dass die Reifen des Fahrzeugs rutschen werden, so dass keine genauen Ergebnisse zur Ermittlung von d1 erhalten werden können. In diesem Fall kann der Schritt **600** durch einen anderen Schritt ersetzt werden, bei welchem die Beschleunigung des Fahrzeugs berücksichtigt werden kann.

[0048] Falls kein Unterdruckzustand erkannt wird, kann das Verfahren wieder starten. Dieses Mal wird d1 unter Verwendung des Werts von r_{act} ermittelt, welcher bei dem vorhergehenden Mal bei Schritt **500** berechnet wurde.

[0049] Man sollte verstehen, dass, wenn das Verfahren nach der vorliegenden Erfindung nach dem Starten des Fahrzeugmotors zum ersten Mal ausgeführt wird, der Schritt **500**, welcher die Berechnung von r_{act} umfasst, am Anfang ausgeführt werden kann, falls die Anzahl von Drehungen N und die zurückgelegte Entfernung d2 bekannt sind. Dieser erste berechnete Wert von r_{act} kann dann zum Ermitteln von d1 verwendet werden, so dass der vorher berechnete Wert r_{act} der vorherbestimmte Wert r ist.

[0050] In Fig. 3 ist eine schematische Ansicht des Systems zum Ermitteln des Reifendrucks eines sich bewegenden Fahrzeugs **20** dargestellt. Das System umfasst einen GPS-Empfänger **51** zum Empfangen der GPS-Signale, welche von den Satelliten ausgestrahlt werden, um die von dem Fahrzeug zurückgelegte Entfernung zu ermitteln. Das System umfasst weiterhin ein Mittel **52** zum Berechnen der zurückgelegten Entfernung d2 des sich bewegenden Fahrzeugs unter Verwendung der GPS-Daten. Das System umfasst weiterhin einen Rotationssensor **53** zum Erfassen der Anzahl von Drehungen der Reifen, wobei ein Sensor **53** für jeden Reifen des Fahrzeugs vorhanden ist. Ein Mittel **54** berechnet den Radius des Reifens unter Verwendung einer zurückgelegten Entfernung d2 und der Anzahl von Drehungen N, welche von dem Sensor **53** gemessen wird. Ein Bewegungsdetektor **55** hilft mit, um die genaue zurückgelegte Entfernung d2 zu ermitteln, oder hilft um zu ermitteln, ob das Fahrzeug geradeaus fährt oder ob es eine positive oder eine negative Beschleunigung des Fahrzeugs gibt. Ein nicht-flüchtiger Speicher **56** speichert den vorherbestimmten Radius r des Reifens und den tatsächlichen Radius r_{act} des Reifens. In dem Fall, dass ein irregulärer Reifendruck erkannt wird, kann der Fahrer des Fahrzeugs unter Verwendung einer Überwachungseinrichtung **57** gewarnt werden. Wie oben angedeutet wurde, könnte auch ein Alarm erzeugt werden. Weiterhin kann auch die Lage des Reifens, welcher den Reifendruckalarm verursacht, angezeigt werden. Diese Überwachungseinrichtung **57**, welche eingerichtet ist, um einen solchen Alarm bereitzustellen, kann irgendwo in dem Kraftfahrzeug angeordnet sein, beispielsweise in dem Blendschutzbereich des Fahrzeugs, angebracht an einer Sonnenblende oder eingebaut in eine Fahrzeugkonsole. Die Überwachungseinrichtung **57** kann auch an einem Armaturenbrett des Fahrzeugs angebracht sein oder in dieses eingebaut sein, oder der Druckalarm kann durch eine Stimme angesagt werden, auf eine Oberfläche, beispielsweise eine Windschutzscheibe, projiziert werden, etc. Alle oben erwähnten Einrichtungen **51**–**58** sind mit einer elektrischen Steuereinheit **59** verbunden, welche das System **20** steuert.

[0051] Der Reifendruck kann auch unter Verwendung einer Sender-/Empfängereinheit **58** zu einer entfernten Basisstation **61** übertragen werden. Die Basisstation **61** kann beispielsweise die Basisstation eines Mobiltelefonnetzwerks sein, wobei die Sender-/Empfängereinheit **58** beispielsweise ein Mobiltelefon ist. Die Basisstation **61** kann beispielsweise als eine Überprüfungsstation für alle Arten von Fahrzeugen verwendet werden, z.B. für alle Arten von gemieteten Wagen einer Mietwagenfirma.

[0052] In Fig. 4 ist ein Flussdiagramm eines weiteren Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung dargestellt. Die bereits bei Fig. 2 erwähnten Schritte weisen dieselben Bezugszeichen auf und werden nicht weiter detailliert erläutert. Das in Fig. 4 dargestellte Ausführungsbeispiel kann verwendet werden, falls zu ermitteln ist, ob ein Rad rutscht oder nicht. In Schritt **210** wird die Anzahl von Drehungen für alle Räder des Fahrzeugs ermittelt. In dem nachfolgenden Schritt **220** wird die durchschnittliche Anzahl von Drehungen N_{av} berechnet, und es wird ermittelt, ob die Anzahl von Drehungen N_i für ein Rad sich von der durchschnittlichen Anzahl N_{av} um einen vorherbestimmten Betrag unterscheidet. Falls dies der Fall ist, wird der Reifen, welcher diesen Zustand zeigt, verworfen (Schritt **230**). Falls alle Werte n innerhalb eines bestimmten Bereichs liegen, kann der Schritt **300**, welcher die Ermittlung der zurückgelegten Entfernung d2 umfasst, folgen.

[0053] Die oben erwähnten Schritte können auch für eine Achse des Fahrzeugs durchgeführt werden, so dass das rutschende Rad einer Achse bestimmt werden kann und für die Ermittlung des Reifendrucks unter Verwendung von GPS nicht verwendet werden wird.

[0054] Eine Reifendruckänderung eines Fahrzeugs kann nicht nur berechnet werden, indem die zurückgelegten Entfernungen d1 und d2 verwendet werden, sondern auch, indem die Anzahl von Drehungen N der Reifen als eine Basis verwendet wird. Dieser Fall ist in Fig. 5 dargestellt. In einem Schritt **210** wird die Anzahl von Drehungen N1 erfasst, indem der Rotationssensor verwendet wird. In Schritt **400** wird die zurückgelegte Entfernung d2 berechnet, indem das erfasste GPS-Signal von dem sich bewegenden Fahrzeug verwendet wird, welches von dem GPS-Empfänger des Fahrzeugs erfasst wird. In dem nächsten Schritt **450** kann die Anzahl von Drehungen auf der Grundlage der auf dem GPS-Signal basierenden zurückgelegten Entfernung d2 unter Verwendung der folgenden Gleichung ermittelt werden:

$$d2 = 2\pi \cdot r \cdot N2,$$

wobei r ein vorherbestimmter Wert des Radius ist.

[0055] Diese zwei Anzahlen von Drehungen N1 und N2 können verglichen werden.

[0056] Nach der vorliegenden Erfindung wird ein irregulärer Reifendruck erkannt, falls eine Differenz zwischen dem gemessenen Wert N1 und dem berechneten Wert N2 größer als ein vorherbestimmter Schwellenwert X ist (Schritt **750**). Falls die Differenz größer als X ist, wird ein irregulärer Reifendruck erkannt (Schritt **800**) und der Fahrer sollte gewarnt werden (Schritt **900**). Falls die Differenz kleiner als der vorherbestimmte Wert X ist, kann das gesamte Verfahren wieder gestartet werden.

[0057] Zusammenfassend stellt die vorliegende Erfindung ein einfaches und schnelles Verfahren bereit, um zu ermitteln, ob sich ein Reifendruck eines sich bewegenden Fahrzeugs aufgrund eines Lochs, eines schleichenden Plattens oder anderer Unterdruckzustände ändert.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Ermitteln einer Reifendruckänderung, umfassend die folgenden Schritte:
– Ermitteln einer ersten zurückgelegten Entfernung d1 des Fahrzeugreifens unter Verwendung einer ersten Berechnungsmethode,
– Ermitteln einer zweiten zurückgelegten Entfernung d2 des Fahrzeugreifens unter Verwendung einer zweiten Berechnungsmethode, wobei die zweite Berechnungsmethode die Schritte umfasst:
– Erfassen eines GPS-Signals eines sich bewegenden Fahrzeugs (**10**),
– Berechnen der zweiten zurückgelegten Entfernung d2 des sich bewegenden Fahrzeugs auf der Basis des erfassten GPS-Signals, und
– Berechnen der Differenz zwischen d1 und d2,
dadurch gekennzeichnet,
dass die zurückgelegte Entfernung d2 berechnet wird, indem die GPS-Daten zusammen mit von einem Bewegungsdetektor (**55**) erfassten Daten verwendet werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass die erste Berechnungsmethode zum Ermitteln von d1 den Schritt Erfassen der Anzahl von Drehungen N des Fahrzeugreifens mittels eines Rotationssensors (**53**) umfasst, wobei d1 mit der folgenden Gleichung berechnet wird:

$$2\pi \cdot r \cdot N,$$

wobei r ein vorherbestimmter Wert für den Reifenradius ist.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, umfassend die Schritte
– Berechnen des Radius r_{act} des Reifens auf der Grundlage der zweiten zurückgelegten Entfernung d2 und der Anzahl von Drehungen N, und
– Ermitteln des Reifendrucks aus dem berechneten Radius r_{act}.

4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Bewegungsdetektor ein Kompass, eine Kreiseleinrichtung, ein Lenkradgrenzschalter und/oder ein Rechts-/Linksbeschleunigungssensor ist.

5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass der tatsächliche Radius r_{act} unter Verwendung der folgenden Gleichung ermittelt wird:

$$d2 = 2\pi \cdot r_{act} \cdot N.$$

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 3–5, dadurch gekennzeichnet, dass r_{act} in regelmäßigen Intervallen von n Sekunden ermittelt wird, wobei n zwischen 1 Sekunde und 10 Sekunden liegt.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 3–6, dadurch gekennzeichnet, dass r_{act} der vorherbestimmte Wert für den Reifenradius für die Berechnung von d1 ist.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein irregulärer Reifendruck erkannt wird, falls die Differenz zwischen der Entfernung d1 und der Entfernung d2

größer als ein vorherbestimmter Schwellenwert ist.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 3–8, dadurch gekennzeichnet, dass der Wert r_{act} für alle Reifen des Fahrzeugs berechnet wird, und dass die Ergebnisse miteinander verglichen werden.

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass ein irregulärer Reifendruck ermittelt wird, falls sich ein berechneter tatsächlicher Radius r_{act} einer Fahrzeugachse um einen vorherbestimmten Betrag von den anderen berechneten Radiuswerten der Achse unterscheidet.

11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein irregulärer Druck überwacht wird, um den Fahrer des Fahrzeugs zu warnen.

12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein durchschnittlicher tatsächlicher Radius r_{actAV} für jeden Reifen berechnet wird, wobei M verschiedene Messungen verwendet werden.

13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Anzahl von Umdrehungen aller Reifen N des Fahrzeugs verglichen wird, und dass ein Reifen, welcher eine Anzahl von Umdrehungen aufweist, die sich um einen vorherbestimmten Betrag von den anderen Reifen unterscheidet, nicht zur Ermittlung des Reifendrucks verwendet wird.

14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Motor des Fahrzeugs abgestellt wird, falls über eine bestimmte zurückgelegte Entfernung hinweg ein irregulärer Reifendruck ermittelt wird.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 2–14, dadurch gekennzeichnet, dass der vorherbestimmte Wert r für die Berechnung von d1 in einem nicht-flüchtigen Speicher gespeichert wird, falls d1 zum ersten Mal berechnet wird.

16. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der berechnete Radius r zu einer entfernten Basisstation übertragen wird.

17. System zum Ermitteln einer Reifendruckänderung, umfassend:
– ein erstes Mittel zum Ermitteln einer ersten zurückgelegten Entfernung d1 des Fahrzeugreifens unter Verwendung einer ersten Berechnungsmethode,
– ein zweites Mittel zum Ermitteln einer zweiten zurückgelegten Entfernung d2 des Fahrzeugreifens unter Verwendung einer zweiten Berechnungsmethode, wobei das zweite Mittel einen GPS-Empfänger (**51**) zum Empfangen von GPS-Daten eines sich bewegenden Fahrzeugs und ein Mittel (**52**) zum Berechnen der zweiten zurückgelegten Entfernung d2 des sich bewegenden Fahrzeugs auf der Grundlage der empfangenen GPS-Daten umfasst, und
– eine Recheneinheit zum Berechnen der Differenz zwischen d1 und d2,
gekennzeichnet durch
einen Bewegungsdetektor (**55**), um die genaue zurückgelegte Entfernung d2 zu berechnen.

18. System nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass das erste Mittel einen Rotationssensor (**53**) zum Erfassen der Anzahl von Drehungen N des Reifens des sich bewegenden Fahrzeugs umfasst.

19. System nach einem der Ansprüche 17–18, welches weiterhin Mittel (**54**) zum Berechnen eines Radius der Reifens r_{act} auf der Grundlage der zurückgelegten Entfernung d2 und der erfassten Anzahl von Drehungen N und zum Ermitteln des Reifendrucks auf der Grundlage des berechneten Radius r_{act} des Reifens umfasst.

20. System nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass der Bewegungsdetektor (**55**) ein Kompass, eine Kreiseleinrichtung, ein Lenkradgrenzschalter und/oder ein Rechts-/Linksbeschleunigungssensor ist.

21. System nach einem der Ansprüche 17–20, welches weiterhin eine Überwachungseinrichtung (**57**) umfasst, welche den Fahrer des Fahrzeugs warnt, falls ein irregulärer Druck erkannt wird.

22. System nach einem der Ansprüche 17–21, welches weiterhin einen nicht-flüchtigen Speicher (**56**) zum Speichern des Werts des vorherbestimmten Radius r des Reifens und des tatsächlichen Radius r_{act} des Reifens umfasst.

23. System nach einem der Ansprüche 17–22, welches weiterhin eine Sender-/Empfängereinheit (**58**) zum Übertragen des Radius des Reifens zu einer entfernten Basisstation (**61**) umfasst.

24. System nach einem der Ansprüche 17–23, dadurch gekennzeichnet, dass der Radius r_{act} und der Reifendruck unter Verwendung des Verfahrens nach den Ansprüchen 1–16 ermittelt wird.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

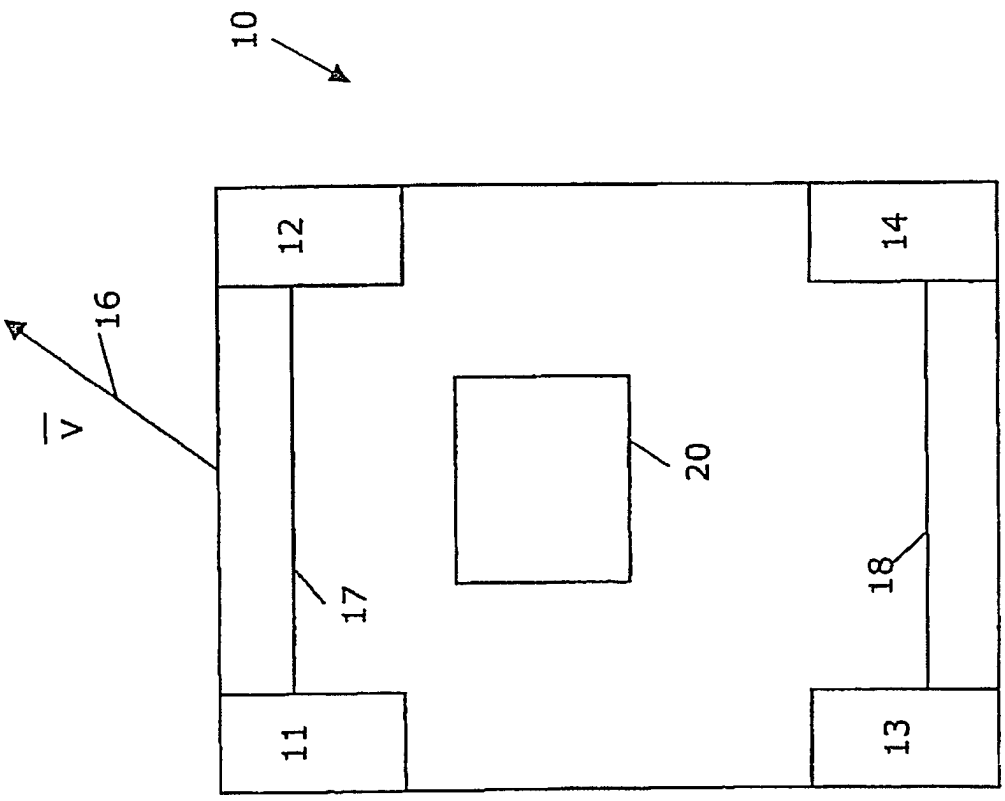


Fig. 1

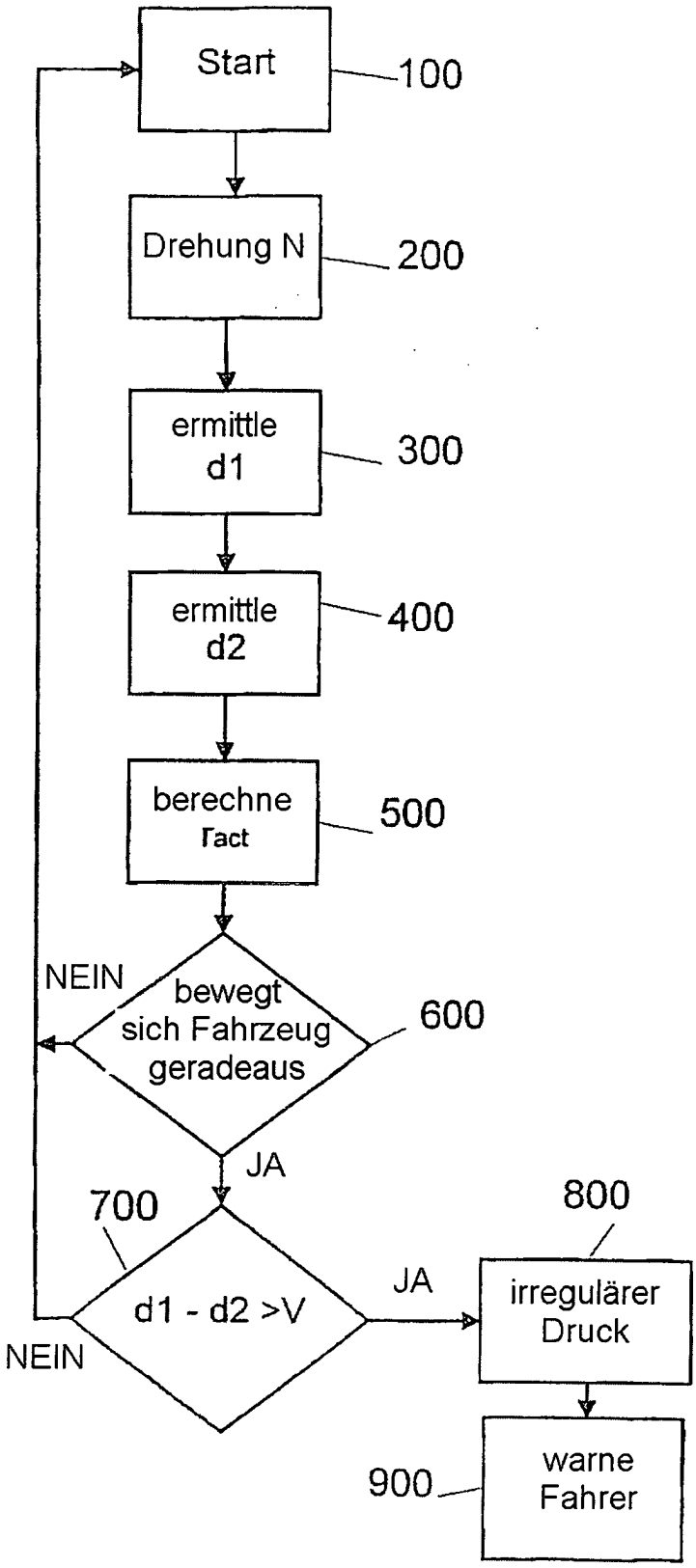

Start
100
Drehung N
200
ermittle d1
300
ermittle d2
400
berechne Γact
500
NEIN
bewegt sich Fahrzeug geradeaus
600
JA
700
d1 - d2 >V
NEIN
JA
800
irregulärer Druck
900
warne Fahrer

Fig. 2

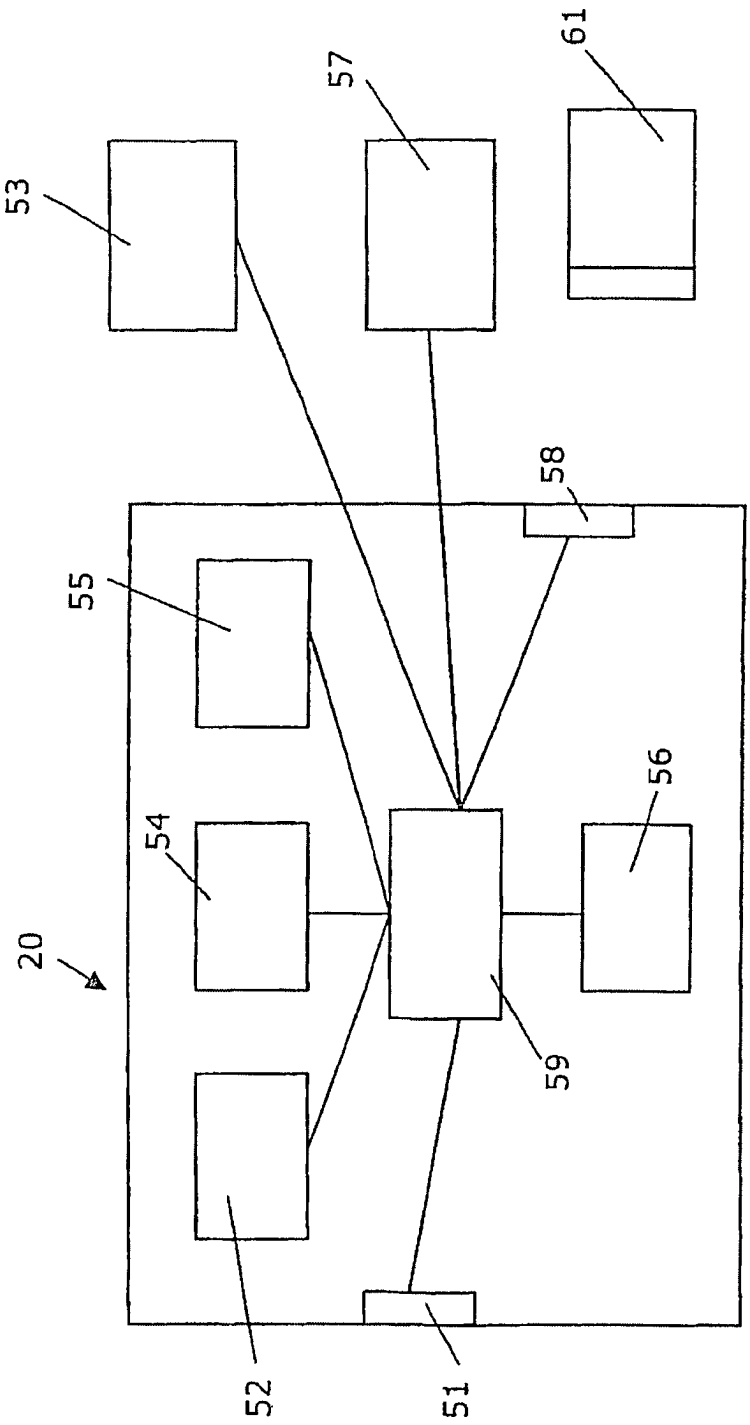


Fig. 3

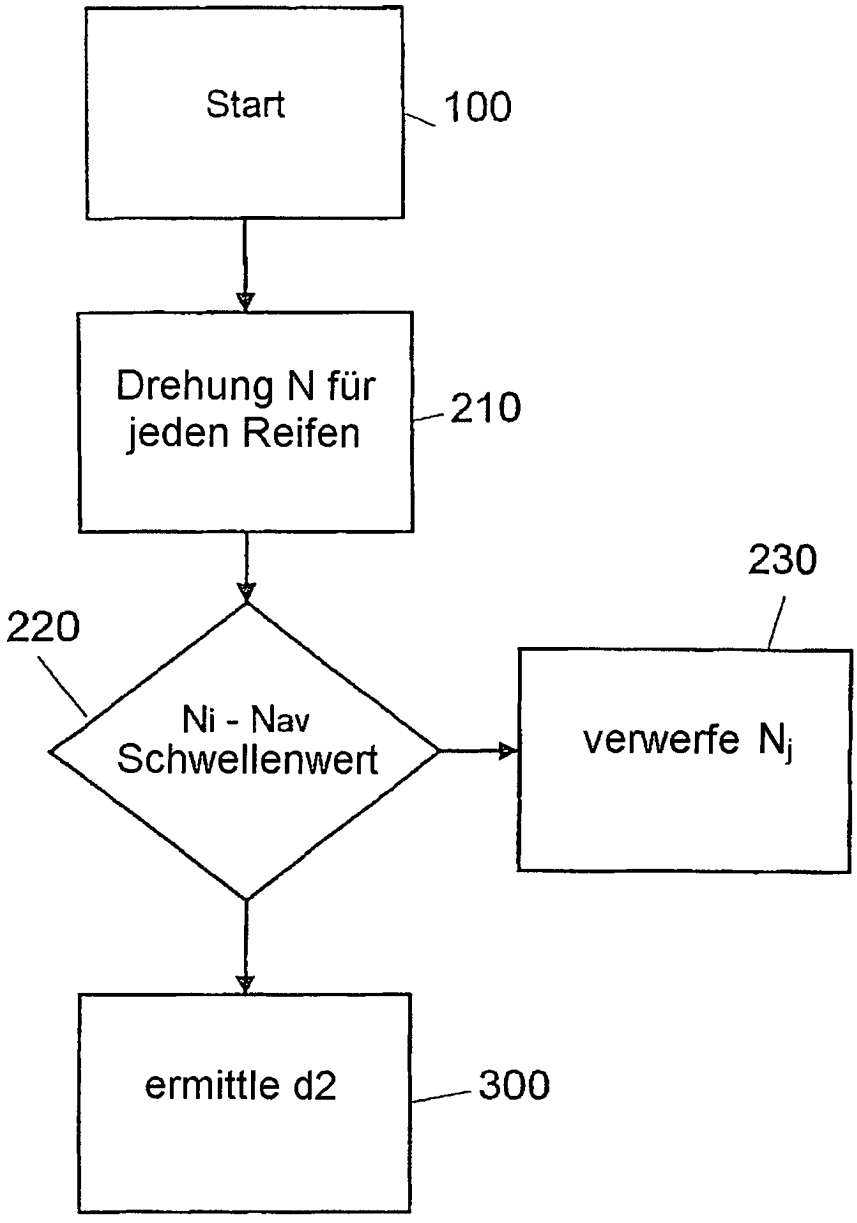

Start
100
Drehung N für jeden Reifen
210
220
Ni - Nav Schwellenwert
230
verwerfe N_j
ermittle d2
300

Fig. 4

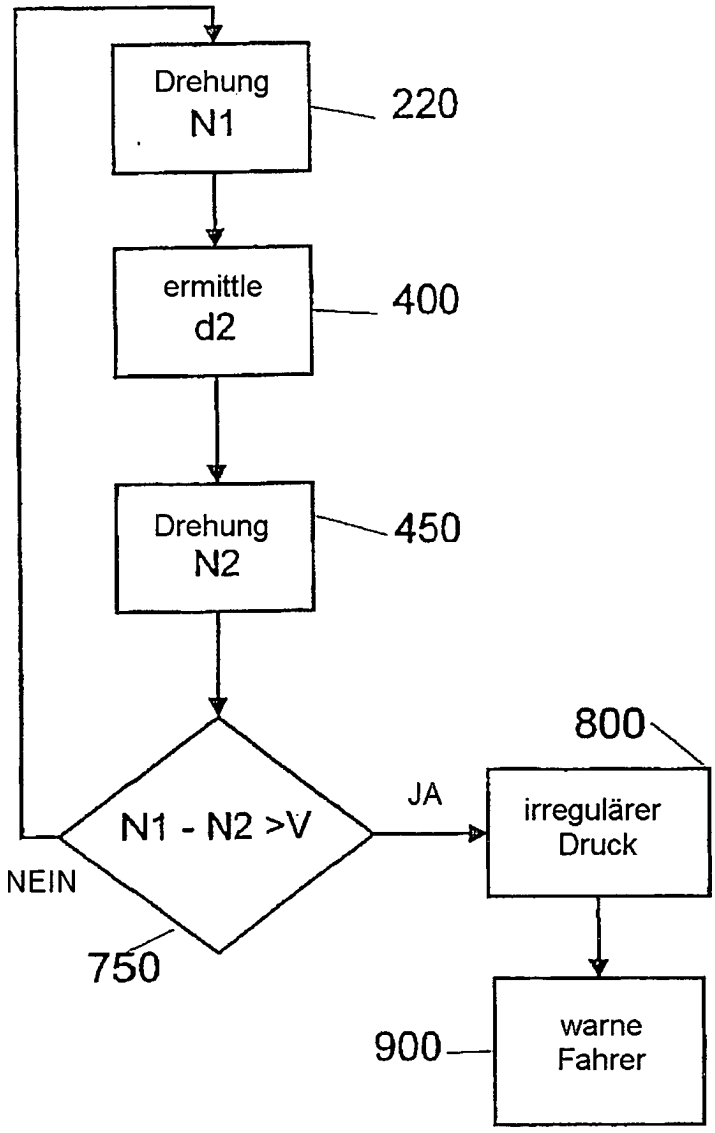

Drehung
N1
220
ermittle
d2
400
Drehung
N2
450
800
N1 - N2 >V
JA
irregulärer
Druck
NEIN
750
warne
Fahrer
900

Fig. 5