

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges  
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales  
Veröffentlichungsdatum  
23. August 2012 (23.08.2012)



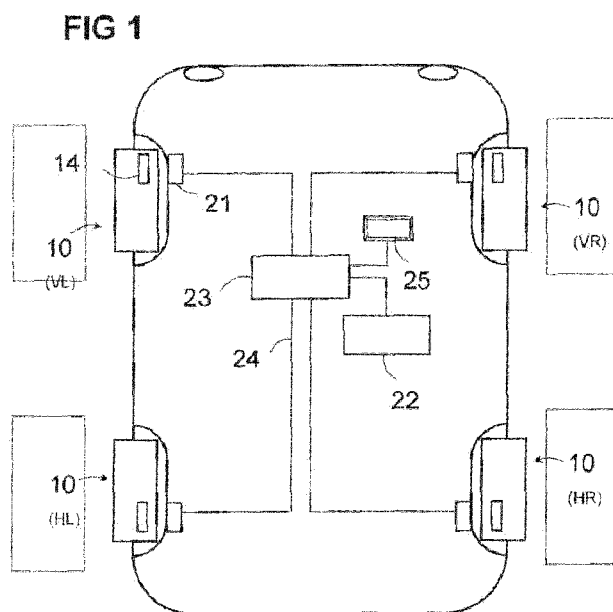
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2012/110431 A1**

- (51) Internationale Patentklassifikation:  
*B60T 8/172* (2006.01) *G01G 19/08* (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2012/052355
- (22) Internationales Anmeldedatum:  
10. Februar 2012 (10.02.2012)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:  
10 2011 004 028.5  
14. Februar 2011 (14.02.2011) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH** [DE/DE]; Vahrenwalder Straße 9, 30165 Hannover (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **KAMMANN, Stefan** [DE/DE]; Am Flachland 12, 65779 Kelkheim (DE). **BORSCHÉ, Michael** [DE/—]; Guiollettstr.47, Frankfurt, 60325 (DE). **GRIESSER, Martin** [DE/DE]; Akazienweg 8a, 65760 Eschborn (DE).
- (74) Gemeinsamer Vertreter: **CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH**; Postfach 22 16 39, 80506 München (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD AND SYSTEM FOR DETERMINING THE LOAD OF A MOTOR VEHICLE, AND MOTOR VEHICLE

(54) Bezeichnung : VERFAHREN UND SYSTEM ZUM ERMITTELN DER BELADUNG EINES KRAFTFAHRZEUGS UND KRAFTFAHRZEUG



(57) Abstract: The invention relates to a method for determining the load of a motor vehicle, comprising the following steps: detecting at least one physical measured variable that depends on the load and creating a measured value that represents said detected measured variable; evaluating the created measured values in order to determine the load by correlating the created measured values or the load values determined therefrom with each other in order to create a correction value from the correlation, with the aid of which an actual load value is determined for the load of the motor vehicle. The invention further relates to a system for detecting the load of a motor vehicle, and to a motor vehicle.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Ermitteln der Beladung eines Kraftfahrzeugs, mit den Schritten: Erfassen zumindest einer von der Beladung abhängige physikalische Messgröße und Erzeugen eines diese erfasste Messgröße repräsentierenden Messwertes; Auswerten der erzeugten Messwerte zur Ermittlung der Beladung durch miteinander Korrelieren der erzeugten Messwerte oder der daraus ermittelten Beladungswerte, um aus der Korrelation einen Korrekturwert zu erzeugen, mit dessen Hilfe ein tatsächlicher Beladungswert für die Beladung des Kraftfahrzeugs ermittelt wird. Die Erfindung betrifft ferner

ein System zum Erkennen der Beladung eines Kraftfahrzeugs sowie ein Kraftfahrzeug.

WO 2012/110431 A1

**Veröffentlicht:**

- *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*

**VERFAHREN UND SYSTEM ZUM ERMITTELN DER BELADUNG EINES KRAFTFAHRZEUGS UND KRAFTFAHRZEUG**

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und ein System zum Erkennen der Beladung eines Kraftfahrzeugs. Die Erfindung betrifft ferner ein Kraftfahrzeug.

10 Gemäß Betriebszulassung darf jedes Kraftfahrzeug nur mit einer maximalen Last beladen werden. Die Summe aus dem Leergewicht plus maximaler Zuladung eines Kraftfahrzeuges ist die zulässige Gesamtmasse oder wird als in der deutschen Straßenverkehrs-  
15 zulassungsverordnung auch als zulässiges Gesamtgewicht bezeichnet.

Bei Überschreiten des Gesamtgewichts kann die Verkehrssicherheit gefährdet sein. Wie allgemein bekannt ist, hat die Zuladung mehr oder weniger Einfluss auf die Funktion und Rolleigenschaft der  
20 Reifen, die Fahrzeugmasse oder die Fahrzeugträgheit. Folglich hat der Beladungszustand großen Einfluss auf das Fahrverhalten eines Fahrzeugs, die Fahrzeughandhabung sowie die Fahrsicherheit, insbesondere wenn die Zuladung zu groß ist oder ungleichmäßig im Kraftfahrzeug verteilt ist.

25

In modernen Fahrzeugen werden vermehrt Systeme zum Verbessern der Fahrsicherheit verwendet, wie beispielsweise ein Antiblockiersystem ABS, ein elektronisches Stabilitätsprogramm ESP, eine Traktionskontrolle TCS, eine elektronische Bremskraft-  
30 verteilung EBV, ein aktives Fahrwerk ABC, ein aktiver Überrollschutz ARP, eine Leuchtweitenregelung, ein Reifendruckkontrollsystem TPMS, etc. Durch Kenntnis der aktuellen Beladung können diese Systeme hinsichtlich ihrer Regelalgorithmen verbessert werden, wodurch die Sicherheit des Kraftfahrzeugs

weiter erhöht wird. Für unzulässig stark beladene Fahrzeuge können bereits Fahrsituationen kritisch sein, die bei einem noch zulässigen Beladungszustand völlig problemlos beherrschbar sind.

5

Vorrichtungen zur Beladungserkennung bei Fahrzeugen sind vielfach bekannt. Solche Verfahren basieren auf indirekten Messverfahren, bei denen anhand von Motormoment, Fahrwiderstand oder auch aus der Radlast die Fahrzeugbeladung abgeleitet wird.

10

Nachteilig bei solchen Verfahren ist, dass die Motormomente und auch die Fahrwiderstände nur ungenau zu bestimmen sind, da beispielsweise Wind oder Steigung einen nicht unbedeutenden Einfluss auf den Fahrwiderstand haben. Ebenso lassen gemessene Reifendruckwerte zum Ermitteln der Radlast nicht unbedingt auf die korrekte Beladung schließen. Somit sind die ermittelten Ergebnisse für die Beladung stark Fehler behaftet. Ein Einsatz in einem Personenkraftwagen ist daher mit solchen Verfahren nicht sinnvoll, da in einem Personenkraftwagen der Anteil der möglichen Zuladung bezogen auf das Gewicht des Fahrzeugs eher gering ist. In Nutzfahrzeugen hingegen ist eine solche Beladungsschätzung durchaus einzusetzen, obgleich auch diese nicht genau genug ist. Ist die Beladung gering, so ist die Ermittlung der Beladung ebenso stark Fehler behaftet.

25

Bei einem in der DE 10 2007 023 069 A1 beschriebenen Verfahren zum Erkennen der Beladung eines Kraftfahrzeugs wird die Beladung des Fahrzeugs und/oder eine Änderung der Beladung anhand einer Analyse der gemessenen Latschlängen (also der Radaufstandsflächen) der Räder erkannt. Die Latschlängen werden während einer Bremsung und/oder Beschleunigung des Kraftfahrzeugs und/oder während einer Kurvenfahrt ermittelt.

30

Bei einem in der DE 101 60 059 A1 beschriebenen System zum Erkennen der Beladung eines Kraftfahrzeugs wird eine im Wesentlichen zwischen Fahruntergrund und Radaufstandsfläche wirkende Radaufstandskraft des jeweiligen Rades als die zur Fahrzeugmasse proportionale physikalische Messgröße erfasst. Daraus wird dann der Beladungszustand des Fahrzeugs ermittelt.

Bei diesen bekannten Verfahren wird die Beladung anhand von einer Messung beispielsweise an jeder Radposition erkannt. Solche Messungen und die daraus abgeleitete Ermittlungen der Beladung sind jedoch sehr ungenau, da äußere Störgrößen das Ergebnis mehr oder weniger stark verfälschen können, und sind daher nicht für alle Betriebssituation geeignet.

Es ist Aufgabe der Erfindung, ein System zum Erkennen der Beladung eines Kraftfahrzeugs zu schaffen, das die aktuelle Beladung und gegebenenfalls die Beladungsverteilung zuverlässig ermittelt.

Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1, durch ein System mit den Merkmalen des Patentanspruchs 10 sowie durch ein Kraftfahrzeug mit den Merkmalen des Patentanspruchs 11 gelöst.

Demgemäß ist vorgesehen:

Ein Verfahren zum Ermitteln der Beladung eines Kraftfahrzeugs, mit den Schritten: Erfassen zumindest einer von der Beladung abhängigen physikalischen Messgröße und Erzeugen eines diese erfasste Messgröße repräsentierenden Messwertes; Auswerten der erzeugten Messwerte zur Ermittlung der Beladung durch miteinander Korrelieren der erzeugten Messwerte oder der daraus ermittelten Beladungswerte, um aus der Korrelation einen Korrekturwert zu erzeugen, mit dessen Hilfe ein tatsächlicher Beladungswert für die Beladung des Kraftfahrzeugs ermittelt

wird.

Ein System zum Ermitteln der Beladung eines Kraftfahrzeugs, mit wenigstens einer radseitigen und/oder fahrzeugseitigen Sensoreinrichtung, die dazu ausgelegt ist, zumindest eine von der  
5 Beladung des Kraftfahrzeugs abhängige physikalische Messgröße zu erfassen und einen diese erfasste Messgröße repräsentierenden Messwert zu erzeugen, mit einer Auswerteeinrichtung, die dazu ausgelegt ist, die zur Ermittlung der Beladung die erzeugten  
10 Messwerte auszuwerten, indem sie die Messwerte von einer oder mehreren radseitig und/oder fahrzeugseitig angeordneten Sensoreinrichtungen oder die daraus ermittelten Beladungswerte miteinander korreliert, um aus der Korrelation einen Korrekturwert zu erzeugen, mit dessen Hilfe ein Beladungswert für die  
15 Beladung des Kraftfahrzeugs ermittelt wird.

Ein Kraftfahrzeug, insbesondere Nutzfahrzeug, mit einer Mehrzahl von Rädern, mit einer Einrichtung zur Aufnahme einer Beladung, mit einem erfindungsgemäßen System, welches dazu ausgelegt ist,  
20 die Beladung zu ermitteln.

Erfindungsgemäß wird mittels wenigstens einer Sensoreinrichtung zumindest eine unter anderem von der Beladung abhängige physikalische Messgröße zum Teil mehrfach erfasst. Daraus wird ein  
25 die Messgröße repräsentierender Messwert erzeugt, der in einer zentralen Auswerteeinrichtung ausgewertet wird, um daraus das Ergebnis für die aktuelle Beladung zu ermitteln. Die Messgrößen können radseitig an allen Radpositionen oder auch fahrzeugseitig erfasst werden. Die Ergebnisse von zumindest zwei Messwerten  
30 werden miteinander korreliert, um daraus gegebenenfalls die korrekte Beladung des Kraftfahrzeugs zu ermitteln.

Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus den weiteren Unteransprüchen

sowie aus der Beschreibung unter Bezugnahme auf die Figuren der Zeichnung.

Vorteilhaft ist es, wenn die Sensoreinrichtungen von der  
5 Fahrzeugmasse abhängige Messgrößen, wie Reifendruck, Fahrwi-  
derstand und/oder Motormoment fahrzeugseitig erfassen.

Es können auch die Latschlängen und/oder der Reifendruckwerte in  
jedem Rad erfasst werden und aus den zugehörigen Messwerten  
10 können jeweils Ergebnisse für die Beladung ermittelt werden,  
wobei dann zwei oder mehrere Ergebnisse miteinander korreliert  
werden.

Es kann auch eine vorgegebene Mindestanzahl von der Beladung oder  
15 von der Fahrzeugmasse abhängige Messwerte erfasst werden, wobei  
die Messwerte aus einer Anwendung von statistischen Methoden, wie  
Mittelwertbildung oder Median zum Ermitteln der Beladung  
herangezogen werden.

20 Die Messwerte können auch entsprechend ihrer entsprechenden  
quantitativen Höhe des Messwerts in Wertgruppen aufgeteilt  
werden und innerhalb einer Gruppe mit anderen Messwerten  
derselben Gruppe korreliert werden, um daraus die Beladung zu  
ermitteln.

25 Der Reifendruck kann radseitig für jede Radposition mehrfach  
gemessen und die zeitliche Änderung des Reifendrucks erfasst  
werden. Das Ergebnis, das aus den Messwerten ermittelt wird, kann  
mit den Ergebnissen, die sich aus fahrzeugseitigen Messwerten  
30 ergeben, korreliert werden.

Vorteilhaft ist es, die von der Fahrzeugmasse abhängigen  
Messgrößen Latschlänge der Reifen oder Reifendruck jeweils für  
die unterschiedlichen Radpositionen radseitig zu erfassen und

die daraus erzeugten Messwerte jeweils mit Messwerten, die von Rädern einer Achse oder von diagonal angeordneten Rädern stammen, miteinander zu korrelieren. Es können auch die einem einzigen Rad zugeordneten Messwerte mit den Messwerten, die von den anderen  
5 Rädern stammen, miteinander korreliert werden.

Die obigen Ausgestaltungen und Weiterbildungen lassen sich, sofern sinnvoll, beliebig miteinander kombinieren. Weitere mögliche Ausgestaltungen, Weiterbildungen und Implementierungen  
10 der Erfindung umfassen auch nicht explizit genannte Kombinationen von zuvor oder im Folgenden bezüglich der Ausführungsbeispiele beschriebenen Merkmale der Erfindung. Insbesondere wird dabei der Fachmann auch Einzelaspekte als Verbesserungen oder Ergänzungen zu der jeweiligen Grundform der  
15 vorliegenden Erfindung hinzufügen.

Die vorliegende Erfindung wird nachfolgend anhand der in den schematischen Figuren der Zeichnungen angegebenen Ausführungsbeispiele näher erläutert. Es zeigen dabei:

20

Figur 1 ein Blockschaltbild eines erfindungsgemäßen Systems zum Erkennen der Beladung eines Kraftfahrzeugs,

Figur 2 eine Ansicht eines Fahrzeuggrades, in dem eine Sensoreinrichtung angeordnet ist, die eine von der Fahrzeugmasse abhängige physikalische Messgröße misst,  
25

Figur 3 eine Messkurve für eine Vielzahl von Messwerten einer fahrzeugseitig gemessenen Messgröße und  
30

Figur 4 ein Diagramm für den Zusammenhang des Verhältnisses von Druckanstiegswerten in den Reifen von achsweise angeordneten Rädern zu der Fahrzeugmasse.

Die beiliegenden Zeichnungen sollen ein weiteres Verständnis der Ausführungsformen der Erfindung vermitteln. Sie veranschaulichen Ausführungsformen und dienen im Zusammenhang mit der Beschreibung der Erfindung von Prinzipien und Konzepten der Erfindung. Andere Ausführungsformen und viele der genannten Vorteile ergeben sich im Hinblick auf die Zeichnungen. Die Elemente der Zeichnungen sind nicht notwendigerweise maßstabsgetreu zueinander gezeigt.

10

In den Figuren der Zeichnung sind gleiche, funktionsgleiche und gleich wirkende Elemente, Merkmale und Komponenten - sofern nichts Anderes ausführt ist - jeweils mit denselben Bezugszeichen versehen.

15

Im Folgenden wird die Erfindung anhand der Verwendung in einem Kraftfahrzeug als Ausführungsbeispiel näher erläutert. Das System zum Erkennen der Beladung eines Kraftfahrzeugs kann selbstverständlich nicht nur bei einem Kraftfahrzeug, sondern auch bei einem Motorrad, einem Lastkraftwagen oder einem sonstigen Nutzfahrzeug Verwendung finden. Ebenso ist es möglich, das System auch bei einem Flugzeug einzusetzen.

Figur 1 zeigt ein schematisches Blockschaltbild eines Systems, mit dem physikalische Messgrößen radseitig, wie der Reifendruck eines jeden Kraftfahrzeugreifens 12, der Reifenlatsch eines jeden Reifens 12, oder fahrzeugseitig, wie der Fahrwiderstand oder das Motormoment, etc. gemessen werden können. Diese physikalischen Messgrößen sind unter anderem von der Fahrzeugmasse abhängig. Aus diesen Messgrößen kann daher die Beladung und gegebenenfalls die Beladungsverteilung ermittelt werden. Ein Fahrzeugrad 10 weist üblicherweise eine Felge 11 (siehe Figur 2) mit darauf aufgezogenen Reifen 12 auf. Im Folgenden wird nur noch allgemein von einem Rad 10 gesprochen (außer es ist

ausdrücklich der Reifen 12 oder die Felge 11 oder ein sonstiges Teil des Rades 10 gemeint).

Das erfindungsgemäße System zum Erkennen der Beladung weist  
5 fahrzeugseitige Sensoreinrichtungen 21 auf, die in der Nähe  
jeweils jeden Rades 10, beispielsweise am Federbein angeordnet  
sind. Mit den Sensoreinrichtungen 21 werden rad- oder rei-  
fenspezifische, physikalische Messgrößen, wie Drehzahl eines  
Rades 10 oder die Belastung des Fahrzeugdämpfungssystems für  
10 jedes Rad 10, d.h. für jede Radposition gemessen. Die gemessenen  
Werte (Messwerte) werden an eine weiterverarbeitende Vorrichtung  
(hier eine Auswerteeinrichtung 23) weitergeleitet und dort  
mittels mathematischer Methoden ausgewertet. Letztendlich soll  
daraus die tatsächliche Beladung als Endergebnis berechnet  
15 werden.

Die Messwerte und das Ergebnis stehen auch jedem anderen  
Steuergerät im Kraftfahrzeug zur Verfügung, sofern die Messwerte  
auf einen Datenbus oder Daten-/Signalleitungen 24 „gelegt“  
20 werden. Umgekehrt können der Auswerteeinrichtung 23 Messwerte,  
die von anderen Steuergeräten 22 im Kraftfahrzeug ermittelt  
werden, wie beispielsweise das gerade anliegende Motormoment,  
das im Motorsteuergerät 22 zur Verfügung steht, mitgeteilt  
werden, da das Motorsteuergerät 22 auch mit dem Datenbus  
25 verbunden ist.

Physikalische Messgrößen, die unter anderem von der Fahr-  
zeugmasse abhängen (wie Reifendruck, Latsch, Reifen-  
aufdruckkraft) können auch radseitig für jedes Rad 10 bzw. jeden  
30 Reifen 12, d.h. für jede Radposition VL, VR, HL, HR gemessen  
werden. Hierzu sind in den Rädern 10 eine oder mehrere Sen-  
soreinrichtungen 14 angeordnet, die Sensorelemente wie Rei-  
fendrucksensor, Beschleunigungssensor und/oder Verformungs-  
sensor aufweisen.

In jedem Rad 10 (vorne links VL, vorne rechts VR, hinten links HL und hinten rechts HR), das sich während der Fahrt dreht, kann sich eine solche radseitige Sensoreinrichtung 14 ohnehin  
5 beispielsweise für ein im Kraftfahrzeug verwendetes Reifendruckkontrollsystem befinden.

Die radseitigen Sensoreinrichtungen 14 können nicht zeichnerisch dargestellte Sende- und Empfangseinheiten sowie Elektronik-  
10 einheiten inklusive Energieversorgung in jeweils jedem Rad 10 aufweisen. Die Sensoreinrichtungen 14 messen die verschiedenen physikalischen Größen (Messgrößen) des Rades 10 unmittelbar, wie beispielsweise Reifendruck, Latschlänge l, Beschleunigung und/oder Radlast und übertragen die Messwerte in einem Signal zur  
15 fahrzeugseitigen Auswerteeinrichtung 23 zum Auswerten.

Bei fahrkritischen Situationen (zu hohe Beladung oder zu einseitige Beladung) kann gegebenenfalls eine entsprechende fahrzeugspezifische Funktion gesteuert werden (entweder un-  
20 mittelbar durch die Auswerteeinrichtung 23 oder durch ein anderes Steuergerät, wie das Motorsteuergerät 22 oder auch ein nicht dargestelltes ABS-Steuergerät), und zwar abhängig von der jeweilig aus den Messwerten ermittelten Beladung des Kraftfahrzeugs. Zusätzlich kann für den Fahrer eine optische oder  
25 akustische Anzeigeeinheit 25 aktiviert werden, sofern eine betriebs- oder sicherheitsrelevante Situation erkannt wird, beispielsweise wenn eine zu hohe Beladung erkannt wird oder der Reifendruck für die aktuelle Beladung zu gering ist.

30 Als physikalische Messgröße kann beispielsweise die Latschlänge l eines jeden Reifens 12, d.h. an jeder Radposition VL, VR, HL, HR gemessen werden. Die Latschlänge l ändert sich dabei abhängig von der Fahrzeugmasse und damit abhängig von der jeweiligen Radlast und damit von der Beladung oder Beladungsverteilung (wie

die Beladung im Kraftfahrzeug örtlich verteilt ist). Wenn die Latschlängen  $l$  der verschiedenen Räder 10 zusammen mit den dortigen Reifendrücken miteinander verglichen werden, kann auch eine Beladungsverteilung ermittelt werden. Die Latschlänge  $l$  ist  
5 überdies von den Eigenschaften/Parametern des Reifens 12 selber abhängig. Die Reifenparameter können dabei bei einem Reifenwechsel der Auswerteeinrichtung 23 mitgeteilt werden, damit diese Parameter bei der Ermittlung der Beladung berücksichtigt werden können.

10

Auf gleiche Weise kann der Reifendruck für jede Radposition VL, VR, HL, HR gemessen werden. Der Reifendruck ist ebenfalls von der Beladung abhängig. Auch eine Verteilung der Beladung lässt sich durch Vergleich der verschiedenen Reifendrücke bei den ver-  
15 schiedenen Radpositionen VL, VR, HL, HR ermitteln. Da der Reifendruck auch von der Fahrzeuggeschwindigkeit (aufgrund der Drehzahl der Räder 10) abhängig ist, kann auch der Druckanstieg  $dP$  mit steigender Geschwindigkeit ermittelt werden. Die Geschwindigkeit kann radseitig oder aber auch fahrzeugseitig  
20 gemessen werden. Der Reifendruck kann über Drehzahlsensoren, Dehnungssensoren, Beschleunigungssensoren oder Drucksensoren gemessen werden. Aus den Messwerten für den Reifendruck kann die Beladung des Kraftfahrzeugs ermittelt werden.

25

In ähnlicher Weise können auch mechanische Belastungen der Fahrwerksfederung zu jeder Radposition VL, VR, HL, HR fahr-  
zeugseitig gemessen werden. Hierzu kann die Belastung der Federung separat gemessen werden. Die Messwerte können auch  
ohnehin in einem Steuergerät (beispielsweise Motorsteuergerät 22  
30 oder einem anderen Steuergerät) vorliegen. Aus den entsprechenden Messwerten kann auch die Beladung des Kraftfahrzeugs ermittelt werden.

Bei herkömmlichen Systemen werden aus den ggfs. addierten Messwerten für den Reifendruck oder der Latschlänge  $l$  als Ergebnis die Fahrzeugmasse und bei bekanntem Leergewicht (Leermasse) die Beladung ermittelt. Nachteilig wirken sich jedoch Störgrößen, wie Umgebungsluftdruck, die Fahrgeschwindigkeit, die Fahrbahnoberfläche, das Reifenalter und/oder die Profiltiefe aus. Werden nun die Radlasten aufaddiert, so addiert sich auch der Fehler auf, da sich beispielsweise bei einer Fahrt in großer Höhe der Umgebungsluftdruck auf alle vier Reifen gleich auswirkt und beispielsweise die Latschlänge  $l$  bei allen vier Rädern kürzer ist. Die Beladung braucht sich allerdings nicht geändert zu haben, auch wenn sich die Latschlänge  $l$  ändert.

Erfindungsgemäß werden nun die aus teilweise mehreren Messwerte ermittelten Beladungswerte miteinander korreliert. D.h. ein erstes Ergebnis (auch als Einzelergebnis bezeichnet) für die ermittelte Beladung wird mit einem zweiten oder mehreren anderen (Einzel-) Ergebnissen für die Beladung gegebenenfalls korrigiert, falls die Ergebnisse um mehr als eine Toleranzgrenze voneinander abweichen.

So können die Radlasten, die Latschlangen  $l$  oder Reifendruckwerte der Räder als Messwerte radseitig erfasst und daraus einzeln oder durch Addition aller Werte die Beladung ermittelt werden.

Um die Genauigkeit zu verbessern können auch ein oder zwei Messwerte oder das Ergebnis daraus (entsprechend der berechneten Beladung) mit zwei anderen Messwerten oder deren jeweilige Ergebnisse für die Ermittlung der Beladung miteinander korreliert werden. Vorteilhafterweise werden die Messwerte von den beiden Rädern einer Achse mit denjenigen Messwerten von den Rädern einer anderen Achse ins Verhältnis gesetzt, um daraus die resultierende Beladung zu errechnen oder die Berechnung der Einzelmesswerte zu korrigieren. Ebenso können die zwei Messwerte

von diagonal angeordneten Rädern 10 oder von zwei Messwerten von Rädern auf einer Fahrzeuglängsseite mit den entsprechend anderen zwei Messwerten korreliert werden.

5 Bei einer Achslastverteilung beispielsweise von 60 % vorne und 40 % hinten ist ein Kraftfahrzeug teilbeladen und bei einer Achslastverteilung von 40 % vorne und 60 % hinten ist das Kraftfahrzeug voll beladen (sofern der Kofferraum hinten angeordnet ist). Ist das Leergewicht bekannt, so kann aus diesen  
10 Verhältnisswerten die Gesamtbeladung des Kraftfahrzeugs relativ genau und von äußeren Störgrößen bereinigt ermittelt werden.

Es können aber auch die Radlasten von einzelnen Rädern 10 ins Verhältnis zu allen anderen Rädern 10 gesetzt werden. Ebenso  
15 können die Radlasten von Rädern 10 auf einer Seite mit den Radlasten von Rädern 10 auf der anderen Seite oder die Radlasten von kreuzweise/diagonal angeordneten Rädern 10 ins Verhältnis gesetzt werden. Daraus kann dann die Beladung des Kraftfahrzeugs genau und um Störgrößen bereinigt ermittelt werden.

20

Vorteilhaft ist es, wenn sich immer auf das Rad VL bezogen wird, da dort (im Falle von Rechtsverkehr) immer ein Fahrer sitzt und damit dieses Rad am wenigsten von der Fahrzeugbeladung beeinflusst wird.

25

Durch dieses ins Verhältnis setzen der Radlasten (relative Methode der Beladungserkennung) kann nicht nur die absolute Beladung ermittelt werden, sondern auch die Beladungsverteilung. So kann beispielsweise erkannt werden, ob die Sitzplätze mit  
30 Personen besetzt sind oder eine entsprechende Last im Kofferraum transportiert wird.

Der Fahrwiderstand bezeichnet die Summe der Widerstände, die ein Kraftfahrzeug mit Hilfe einer Antriebskraft überwinden muss, um

mit einer konstanten oder beschleunigten Geschwindigkeit  $v$  auf einer horizontalen oder geneigten Ebene zu fahren. Der Fahrwiderstand ist die Summe vom Luftwiderstand, Rollwiderstand, Steigungswiderstand und Beschleunigungswiderstand. Eng mit dem Fahrwiderstand verknüpft ist die Frage nach der Antriebsleistung, die erforderlich ist, um eine bestimmte Geschwindigkeit zu erreichen. Es wird also ein bestimmtes Antriebsmoment benötigt, um die Geschwindigkeit  $v$  zu erreichen.

10 Es ist möglich, aus der Analyse der Motormomente die Beladung zu erfassen. Dabei wird das Antriebsmoment dem Fahrwiderstand gegenübergestellt. Allerdings ist die Messung des Fahrwiderstands erheblich toleranzbehaftet (beispielsweise durch Berg- und Talfahrt oder bei starkem Gegen- oder Seitenwind). Die  
15 Motormomente können nur ungenau geschätzt werden. Daher unterliegt die Bestimmung der Beladung mehr oder weniger großen Fehlern.

Erfindungsgemäß werden mehr als eine Mindestanzahl von Messungen, beispielsweise mehr als 20 Messungen, für die physikalische Messgröße "Motormoment" vorgenommen. Aus den daraus gewonnenen Messwerten kann z. B. mittels statistischer Methoden, wie der Mittelwertbildung oder des Medians, dann jeweils das Motormoment ermittelt werden. Alternativ wird das Motormoment  
25 als Messgröße direkt ermittelt. Zudem können toleranzbehaftete Beladungen errechnet werden, die dann statistisch betrachtet werden. Aus dem Motormoment ist schließlich die Beladung des Kraftfahrzeugs berechenbar.

30 Der Median bezeichnet dabei eine Grenze zwischen zwei Hälften, wie es in Figur 3 dargestellt ist. In der Statistik halbiert der Median eine Verteilung (gemäß Figur 3 liegt der Median auf der Null-Linie). Gegenüber dem arithmetischen Mittel, auch

Durchschnitt genannt, hat der Median den Vorteil, robuster gegenüber Ausreißern (extrem abweichenden Werten) zu sein.

In der Figur 3 sind die Abweichungen der Motormomente von den berechneten Motormomenten über der Anzahl  $n$  der Messungen eingetragene. Durch die Mittelwertbildung und bei einer ausreichenden Anzahl von Einzelmessungen (die Anzahl sollte über einer Mindestanzahl von beispielsweise 20 Messungen liegen) ergibt sich ein hinreichend genauer Wert für das Motormoment. Aus dem Motormoment ist somit die Beladung bei bekanntem Leergewicht einfach zu ermitteln.

Die statistisch bewerteten Messwerte aus der Momentenanalyse werden mit Mittelwerten oder Medianwerten aus der additiven oder relativen Beladungserkennung mit Hilfe der radseitig gemessenen Latschlänge  $l$ , den Reifendruckwerten oder den gemessenen Radlasten wie sie oben beschrieben ist, korreliert. Damit kann die Beladung noch genauer ermittelt werden. Der Vorteil der Erkennung der Beladung durch Korrelation mit der Momentenanalyse ist, dass dieses Verfahren weitgehend unabhängig von Alterungseinflüssen funktioniert. Auch äußere Störgrößen, wie Fahrbahnoberfläche, Art und Dimension der Reifen 12 usw. verfälschen das Endergebnis kaum. Somit können aus den mit Hilfe der radseitig gemessenen Messgrößen ermittelten Beladungswerte (Ergebnisse) mit Hilfe des aus der Momentenanalyse erhaltenen Beladungswerts durch Korrelation korrigiert werden.

Alternativ können die erfassten Messwerte (Reifendruck, Latschlänge  $l$ , Motormoment) entsprechend der Höhe der jeweiligen Werte in Größengruppen aufgeteilt werden. Die Messwerte innerhalb jeweils einer Größengruppe können dann einer statistischen Korrekturmethode, beispielsweise der Mittelwertbildung unterzogen werden, um daraus die Beladung genauer zu ermitteln. Beispielsweise können die Messwerte für die Latschlänge  $l$  erfasst

werden, und mittels Addition oder ins Verhältnissetzen der Latschlängen l an den anderen Radpositionen VL, VR, HL, HR kann die Beladung ermittelt werden.

5 Beispielsweise können die ermittelten Beladungswerte in Gruppen, beispielsweise die Beladungswerte in die Gruppen von 0 - 200 kg, von 201 - 400 kg, von 401 bis 600 kg, usw. aufgeteilt werden. Die ermittelten Werte innerhalb der Gruppen können dann gemittelt werden und mit den dazugehörigen Mittelwerten der  
10 Momentenanalyse korreliert werden. Somit erhält man nicht nur einen Vergleichswert oder auch Kalibrierwert/Korrekturwert, sondern gleich mehrere Kalibrierwerte. Damit kann nicht nur ein Offset in der Beladungserkennung, sondern auch eine zeitliche Veränderung (Steigerung) durch Korrelation korrigiert werden.  
15 Der Offset bezeichnet eine Linearverschiebung nach oben oder unten (z.B. vom Nullwert). Der Kalibrierwert beschreibt quasi die Steigung der Messwerte zueinander (z.B. die Verhältnisse von Druckdifferenz dP vorne/hinten relativ zu den Beladungswerten aus der Momentenanalyse)). Bei der Kalibrierung werden die  
20 gemessenen Werte mit Hilfe der Abweichung zum korrekten Wert korrigiert. Bei einer Kalibrierung werden die aus Messungen errechneten Werte korrigiert, um dadurch genauer als die Ausgangswerte zu werden. Die „genauen“ Werte sind zunächst nicht bekannt, können aber durch statistische Betrachtungen relativ  
25 genau ermittelt werden.

Die Beladung kann auch mit Hilfe der Analyse des zeitlichen Verlaufs der Reifendruckwerte ermittelt werden. Die Reifendruckwerte können dabei radseitig in jedem Rad 10 gemessen werden  
30 (unmittelbare Reifendruckmessung) oder auch mittelbar fahrzeugseitig beispielsweise über Drehzahlsensoren am Federbein. Die Reifendruckwerte eines jeden Rades 10 werden bei modernen Fahrzeugen ohnehin gemessen und ausgewertet.

In erster Näherung ist der Druckanstieg in einem Reifen 12 linear von der Radlast und der Fahrzeuggeschwindigkeit  $v$  abhängig, falls sich das System in einem eingeschwungenen Zustand befindet ( $dP/v \sim F$ ; mit  $dP$  = Druckdifferenz zwischen zwei Zeitpunkten,  $v$  =  
5 Durchschnittsgeschwindigkeit und  $F$  = Radlast). Im Fahrbetrieb können die Messwerte für die Messgröße Druckanstieg  $dP/v$  (auf die Geschwindigkeit normierter Druckanstieg) aller Räder 10 ermittelt werden (Gesamtdruckanstieg). Hierzu sind mehrere Reifendruckwerte aller Räder 10 notwendig und mehrere Ge-  
10 schwindigkeitswerte innerhalb eines Zeitintervalls notwendig (falls sich die Geschwindigkeit  $v$  ändert). Die normierten Druckanstiegswerte werden in der Auswerteeinrichtung 23 ausgewertet und nach ihrem Betrag sortiert in zumindest zwei Gruppen aufgeteilt. Parallel dazu können die entsprechenden Bela-  
15 dungswerte aus der Momentenanalyse ermittelt werden und die dazugehörigen Beladungswerte werden ebenfalls ermittelt und nach ihrem Betrag eingruppiert. Innerhalb der Gruppen können nun statistische Methoden wie Mittelwert oder Median gebildet werden, d.h. die Beladungswerte können miteinander korreliert  
20 werden, um den möglichst genauesten Wert für die Beladung zu erhalten.

Anschließend können die Messwerte aus der Druckanalyse und der Momentenanalyse aus den einzelnen Gruppen miteinander korreliert  
25 werden. Die Werte können längs oder quer miteinander verglichen und entsprechend korrigiert werden. Dies bedeutet, dass die Messwerte der einzelnen Räder in jeglicher Art miteinander vergleichen werden können (z.B. diagonal oder vorne/hinten oder seitenweise usw.). Somit können die Messwerte für die Beladung  
30 mit Hilfe der Druckanalyse ermittelt und anhand der Momentenanalyse korrigiert werden, sofern hinreichend viele Messwerte vorliegen. Aus den Druckanstiegswerten kann dann die Fahrzeugmasse und damit die Beladung hinreichend genau ermittelt werden.

Zusätzlich oder alternativ können statt des Gesamtdruckanstiegs über alle Räder 10 zu betrachten auch die Reifendruckwerte (Druckanstiegswerte) von achsweise angeordneten Rädern 10  
5 (jeweils Vorderachse und Hinterachse) miteinander ins Verhältnis gesetzt werden. Durch diese Korrelation und der Korrelation mit dem Ergebnis der Momentenanalyse kann die Beladung auch hinreichend genau ermittelt werden und die Einzelwerte somit korrigiert werden.

10

Werden diese beiden Varianten miteinander kombiniert, lassen sich spezielle Beladungs- und Fahrzustände erkennen und auch eine Beladung oder Beladungsverteilung unter erschwerten Bedingungen ermitteln. Denn bei einem ins Verhältnis setzen von

15

Druckanstiegswerten von achsweise angeordneten Rädern könnten bei einer Bergfahrt fehlerhafte Werte ermittelt werden. Würde in diesem Fall die Methode des Gesamtdruckanstiegs (also  $dP/v$  für alle Räder 10) ermittelt, wäre die Ermittlung der Belastung bei der Bergfahrt genauer.

20

Umgekehrt kann die Ermittlungsmethode mit dem Gesamtdruckanstieg aller Räder 10 bei sich ändernden Umweltbedingungen fehlerhaft sein, was durch die relative Methode der achsweise betrachteten Werte korrigiert werden kann.

25

In Figur 4 ist ein Diagramm für den Zusammenhang des Verhältnisses von Druckanstiegswerten in den Reifen von achsweise angeordneten Rädern 10 zu der Fahrzeugmasse in kg dargestellt. Wenn die Druckanstiege  $dP$  der Räder 10 der Vorderachse „ $dP$  vorne“ ins  
30 Verhältnis zu den Druckanstiegen  $dP$  der Räder 10 der Hinterachse („ $dP$  hinten“) gesetzt werden, so entsprechen diese Verhältnismwerte einer entsprechende Fahrzeugmasse. Wenn beispielsweise das Verhältnis der Druckdifferenz oder des Druckanstiegs von den Reifendrücken der Vorderachse zu den Reifendrücken der Hin-

terachse etwa 1,545 beträgt, so ist diesem Verhältnis bei Standardumgebungsbedingungen die Fahrzeugmasse von etwa 2840 kg zugeordnet (siehe strichpunktierte Linien in Figur 4).

5 Um die Beladung zu ermitteln müssen also zunächst die Verhältnisse für die Druckanstiege  $dP$  ermittelt werden. Daraus werden dann die zugehörige Fahrzeugmasse und daraus die Beladung ermittelt. Um äußere Störgrößen heraus zu rechnen kann dann noch das Ergebnis für die ermittelte Beladung mit dem Ergebnis aus der  
10 Motormomentanalyse korreliert werden. So wäre dann die Fahrzeugmasse entsprechend einem Korrekturwert etwas zu erhöhen oder zu erniedrigen, wenn beide Ergebnisse nicht übereinstimmen. Der Korrekturwert kann zudem von einer Fahrsituation, der Fahrgeschwindigkeit, Zeitdauer der bisherigen Fahrt und/oder Au-  
15 ßentemperatur abhängen. Zur Berechnung des Korrekturwerts können auch Plausibilitäten vorgenommen werden, ob bei den derzeit herrschenden Bedingungen das eine oder andere Ergebnis plausibler oder wahrscheinlicher ist als das andere.

20 Durch Messen der Reifendruckwerte und zugehörigen Zeiten bzw. Fahrzeuggeschwindigkeiten sowie Korrelieren der Reifendruck- oder Druckanstiegswerte kann somit die Beladung bei bekanntem Leergewicht des Kraftfahrzeugs ermittelt werden. Die ermittelten Beladungswerte werden umso genauer, desto öfter die Messwerte mit  
25 anderen Messwerten (wie beispielsweise aus der Momentenanalyse) korreliert werden. D.h. die Messwerte können somit korrigiert werden, um je nach Situation und Umgebungsbedingungen die exakte Beladung zu ermitteln.

30 Die Ermittlung der Beladung kann mittels radseitiger Messwerte (Reifendruck oder Latschlänge  $l$ ) vorgenommen werden. Dabei können alle Messwerte von allen Radpositionen VL, VR, HL, HR addiert (additive Methode) ausgewertet werden oder mehrere Messwerte (beispielsweise von allen Rädern 10 einer Achse zu den

Rädern 10 einer anderen Achse) zueinander ins Verhältnis (relative Methode) gesetzt werden.

5 Beim Reifendruck kann auch eine Druckdifferenz innerhalb eines Zeitintervalls (Druckanstiegsmethode) ausgewertet werden, um die Beladung zu ermitteln. Dabei können auch alle Messwerte von allen Radpositionen VL, VR, HL, HR addiert (additive Methode) und zusammen ausgewertet werden oder mehrere Messwerten zueinander ins Verhältnis (relative Methode) gesetzt werden.

10

Ebenso kann die Beladung mittels der Auswertung von fahrzeugseitigen Messwerten, wie der Motormomente oder Antriebsmomente (Momentenanalyse) oder von Fahrwerksfederungsmesswerten (der Luftfedern an den jeweiligen Radpositionen VL, VR, HL, HR) 15 ermittelt werden.

Erfindungsgemäß werden nun die einzelnen Ergebnisse der Ermittlung der Beladung einer Methode mit den Ergebnissen mindestens einer anderen Berechnungsmethode korreliert, um einen 20 möglichst genauen Wert unter verschiedensten Bedingungen für die Beladung zu erhalten. Je nachdem welche Berechnungsmethode oder Messmethode genauer ist, hat diese Methode mehr Einfluss auf das Endergebnis.

25 So kann die Momentenanalyse für Langzeitkorrekturen verwendet werden, wobei die Ergebnisse aus den anderen Methoden mit den Ergebnissen aus der Momentenanalyse korreliert werden, um einen möglichst genauen Wert für die Beladung zu erhalten.

30 Die Ergebnisse aus der relativen Methode können auch mit den Ergebnissen aus der additiven Methode korreliert werden, um ein möglichst plausibles und genaues Ergebnis für die Beladung zu erhalten. Unter normalen Fahrbedingungen liefert die additive Methode zwar bereits recht brauchbare Ergebnisse, aber dies

reicht nicht aus, um unter allen Bedingungen und Fahrsituationen, wie beispielsweise bei rauem Fahrbahnbelag oder niedrigem Außenluftdruck noch ausreichend genaue Ergebnisse zu erhalten. Denn bei der additiven Methode addieren sich auch die Fehler aus den Einzelwerten. Daher können dann diese Ergebnisse mit den  
5 Ergebnissen aus der relativen Methode korreliert und damit korrigiert werden. Beispielsweise kann aus beiden Ergebnissen der Mittelwert als End- oder Gesamtergebnis für die Beladung ermittelt werden.

10

Vorteilhafterweise ergänzen sich die Ergebnisse aus den latschbasierten Messungen (relative und additive Methode) durch Korrelation mit den Ergebnissen aus der Momentenanalyse.

15 Die Ermittlung des Druckanstiegs wird vorzugsweise in der ersten Zeit nach dem Fahrzeugstart verwendet. Denn in dieser Zeit wird ohnehin öfter die Latschlänge  $l$  oder der Reifendruck gemessen als während der nachfolgenden Fahrt. Typischerweise kann sich die Beladung nur im Stillstand des Kraftfahrzeugs ändern. Eine  
20 Änderung der Beladung sollte daher kurz nach dem Start erkannt werden. Später während der Fahrt findet üblicherweise keine Beladungsänderung mehr statt, so dass in diesen Phasen weniger oft oder gar nicht die Beladung ermittelt werden muss. Allerdings kann sich während der Fahrt die Radlast und damit der Reifendruck  
25 oder die Latschlänge  $l$ , beispielsweise durch Berg- und Talfahrt, durch Schlaglöcher oder durch veränderten Umgebungsdruck ändern, was zu einem falschen Ergebnis für die Beladung führen würde. Durch die Korrelation und durch das Anpassen der Einzelergebnisse mit Hilfe des Korrekturwertes können Messfehler verringert  
30 werden. So kann beispielsweise ein Einzelergebnis verworfen werden, da es unplausibel ist und dafür das andere Einzelergebnis hergenommen werden.

Die Überwachung des Reifendrucks und damit auch die Messung des Druckerhöhung können ständig während der Fahrt stattfinden, so dass auch signifikante Änderungen in der Beladung jederzeit erkannt werden können und Störgrößen heraus gerechnet werden  
5 können.

Die einzelnen Methoden zur Ermittlung der Beladung können auch ähnlich einem neuronalen Netze miteinander korreliert werden. Dabei sind alle Sensoreinrichtungen 14, 21 zum Erfassen einer  
10 Messgröße, die unter anderem von der Beladung abhängig ist, über die Auswerteeinrichtung 23 in der Art eines neuronalen Netzes miteinander verknüpft. Somit findet ein Informationsaustausch statt, d.h. die Ergebnisse von einer Methode oder einer beliebigen Kombination von zwei oder mehreren Methoden können  
15 miteinander korreliert werden, um die Beladung möglichst genau und unter allen möglichen Bedingungen zu ermitteln. Äußere Störgrößen fließen dann nicht oder nur sehr gering in das Ergebnis der Ermittlung der Beladung ein.

Der Vorteil einer genauen Beladungserkennung liegt darin, dass die Fahrsicherheit erhöht wird. Denn eine veränderte Beladung erfordert einen angepassten Luftdruck und angepasste Steuerinformationen für diverse Steuergeräte, wie beispielsweise Motorsteuergerät 22 oder ABS-Steuergerät. Außerdem kann dem  
20 Fahrer die Information angezeigt werden, dass der Reifendruck bei der aktuellen Beladung angepasst werden sollte. Denn bei Fahrten mit zu geringem Reifendruck kann es zu Reifenschäden kommen; zumindest aber zu einem erhöhten Energiebedarf/-verbrauch oder auch ungleichmäßigem Reifenabrieb.

30

Obwohl die vorliegende Erfindung anhand bevorzugter Ausführungsbeispiele vorstehend vollständig beschrieben wurde, ist sie darauf nicht beschränkt, sondern auf vielfältige Art und Weise modifizierbar.

Wenn von radseitigen oder reifenseitigen Vorrichtungen gesprochen wird, so ist ein Ort am Rad 10 gemeint, unabhängig davon, wo genau das Objekt angeordnet ist (innerhalb oder außerhalb des Reifens 12, an der Felge 11, etc.). Die Objekte außerhalb des Rades 10, aber im Kraftfahrzeug werden als fahrzeugseitig bezeichnet (beispielsweise Objekte am Radkasten in der Nähe der Räder 10 oder am Federbein).

10 Unter dem Begriff „Korrelation“ ist das in Beziehung Setzen von zwei oder mehreren Messwerten zu verstehen, wobei gegebenenfalls statistischen Methoden dabei verwendet werden, um die einzelnen Messwerte oder ganze Messreihen zu bewerten. Durch die Korrelation werden die gemessenen oder durch statistische Methoden erhaltenen Werte durch Messwerte oder Ergebnisse (die mittels einer oder mehrere Methoden ermittelte Beladung) korrigiert. Damit werden genauere Werte für die gewünschte, zu ermittelnde Beladung erzielt, wobei das Endergebnis mit Hilfe eines Korrekturwerts erhalten wird. Mittels Plausibilitäten oder

15

20 Wahrscheinlichkeiten können entschieden werden, welchem der korrelierten Einzelergebnisse mehr Gewicht beigemessen wird. Dazu können auch gemessene Informationen aus dem Fahrzeug, beispielsweise von anderen Steuergeräten entscheidend mit beitragen.

25

## Bezugszeichenliste

	10	Rad
	11	Felge
5	12	Reifen
	14	Sensoreinrichtung
	21	fahrzeugseitige Sensoreinrichtung
	22	Steuergerät
	23	Auswerteeinrichtung
10	24	Daten-/Signalleitungen
	25	Anzeigeeinheit
	dP	Druckdifferenz
	dP/v	Druckanstieg
15	F	Radlast
	HL	Radposition hinten links
	HR	Radposition hinten rechts
	n	Anzahl von Messungen
	v	Geschwindigkeit
20	VL	Radposition vorne links
	VR	Radposition vorne rechts

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Ermitteln der Beladung eines Kraftfahrzeugs, mit den Schritten:

5

Erfassen zumindest einer von der Beladung abhängigen physikalischen Messgröße und Erzeugen eines diese erfasste Messgröße repräsentierenden Messwertes,

10 Auswerten der erzeugten Messwerte zur Ermittlung der Beladung durch miteinander Korrelieren der erzeugten Messwerte oder der daraus ermittelten Beladungswerte, um aus der Korrelation einen Korrekturwert zu erzeugen, mit dessen Hilfe ein tatsächlicher Beladungswert für die Beladung des Kraftfahrzeugs ermittelt  
15 wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

20 dass von der Fahrzeugmasse abhängige physikalische Messgrößen, insbesondere Reifendruck, Latsch der Reifen (12), Fahrwiderstand und/oder Motormoment, erfasst werden.

3. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

25 dass für jedes Rad (10) als physikalische Messgrößen die Latschlänge (1) und/oder der Reifendruck mit ihren Messwerten erfasst werden und dass zur Ermittlung des Korrekturwertes zumindest ein für jede Radposition (VL, VR, HL, HR) ermittelter Messwert mit zumindest einem anderen, für eine andere Radposition  
30 (VL, VR, HL, HR) ermittelten Messwert korreliert wird.

4. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

dass eine vorgegebene Mindestanzahl von von der Beladung ab-

hängiger Messgrößen erfasst wird und die Messgrößen repräsentierende Messwerte erzeugt werden, wobei der tatsächliche Beladungswert für die Beladung des Kraftfahrzeugs aus einer Anwendung von statistischen Methoden auf die Messwerte ermittelt  
5 wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass als statistische Methoden eine Mittelwertbildung oder eine  
10 Medianmethode angewendet wird.

6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass als statistische Methode eine Mittelwertbildung verwendet  
15 wird, wobei die erfassten Messwerte in Größengruppen aufgeteilt werden und die Messwerte jeweils innerhalb einer Größengruppe der Mittelwertbildung unterzogen werden, um daraus den tatsächlichen Beladungswert für die Beladung des Kraftfahrzeugs zu ermittelt.

20 7. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass der Reifendruck als Messgröße radseitig für jede Radposition (VL, VR, HL, HR) ein- oder mehrmals gemessen wird oder zeitliche Änderungen des Reifendrucks erfasst werden, wobei die ermittelten Messwerte miteinander korreliert werden oder mit zeitlich  
25 zugehörig gemessenen Messwerten für das Motormoment korreliert werden.

8. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche,  
30 dadurch gekennzeichnet,  
dass die von der Fahrzeugmasse abhängige Messgröße der Latschlänge (l) der Reifen (12) oder der Reifendruck jeweils für die unterschiedlichen Radpositionen (VL, VR, HL, HR) erfasst werden und die daraus erzeugten Messwerte jeweils mit Messwerten,

die von Rädern (10) einer Achse oder Rädern (10) stammen, die diagonal angeordnet sind, miteinander korreliert werden.

9. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche,

5 dadurch gekennzeichnet,

dass radseitig gemessenen Messwerte mit fahrzeugseitig gemessenen Messwerten, die jeweils von der Fahrzeugmasse abhängig sind, miteinander korreliert werden.

10 10. System zum Ermitteln der Beladung eines Kraftfahrzeugs, insbesondere mittels eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 9,

mit wenigstens einer radseitigen und/oder fahrzeugseitigen  
15 Sensoreinrichtung (14), die dazu ausgelegt ist, zumindest eine von der Beladung des Kraftfahrzeugs abhängige physikalische Messgröße zu erfassen und einen diese erfasste Messgröße repräsentierenden Messwert zu erzeugen,

20 mit einer Auswerteeinrichtung (23), die dazu ausgelegt ist, die zur Ermittlung der Beladung die erzeugten Messwerte auszuwerten, indem sie die Messwerte von einer oder mehreren radseitig und/oder fahrzeugseitig angeordneten Sensoreinrichtungen (14,  
21) oder die daraus ermittelten Beladungswerte miteinander  
25 korreliert, um aus der Korrelation einen Korrekturwert zu erzeugen, mit dessen Hilfe ein Beladungswert für die Beladung des Kraftfahrzeugs ermittelt wird.

11. Kraftfahrzeug, insbesondere Nutzfahrzeug,

30 - mit einer Mehrzahl von Rädern (10),  
- mit einer Einrichtung zur Aufnahme einer Beladung,  
- mit einem System gemäß Anspruch 10, welches dazu ausgelegt ist, die Beladung zu ermitteln.

FIG 1

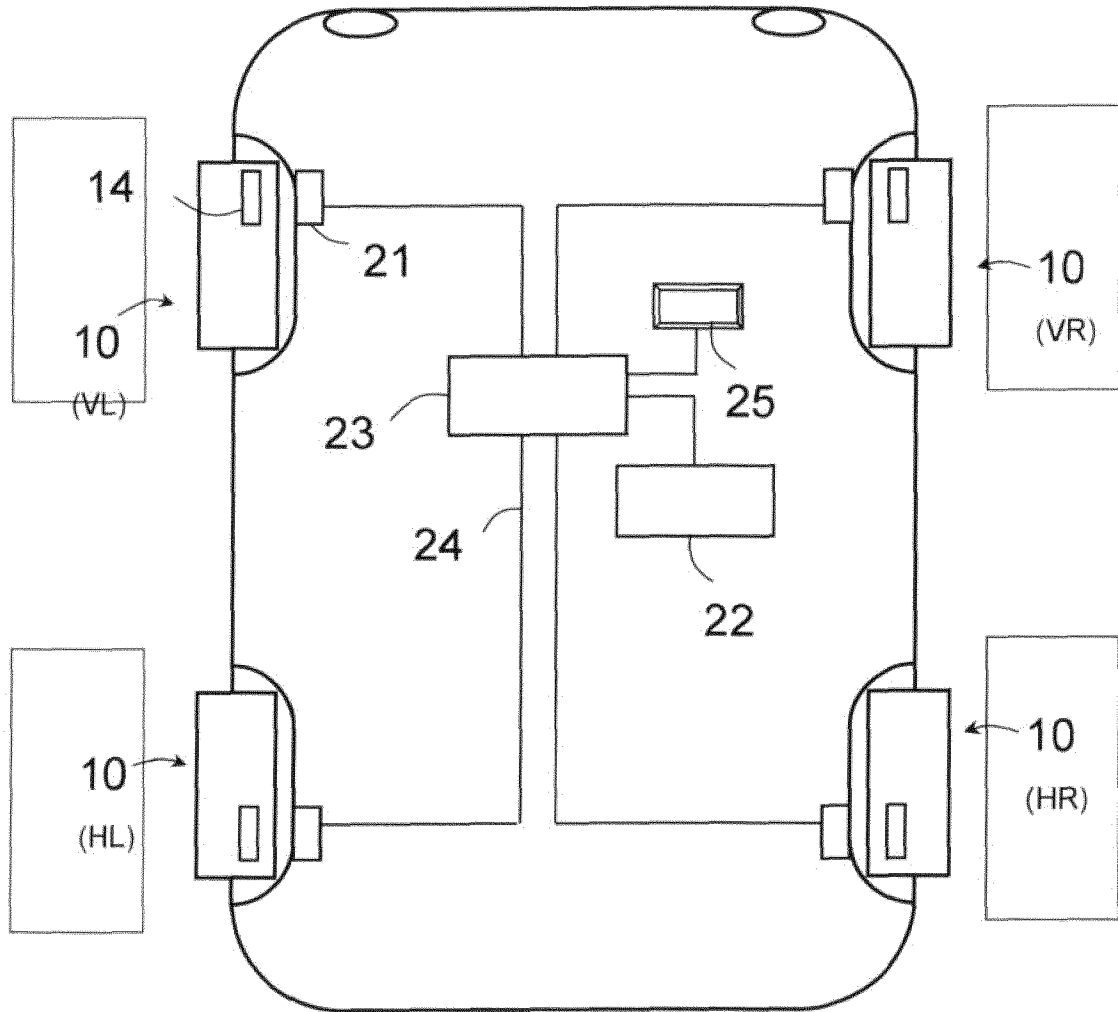
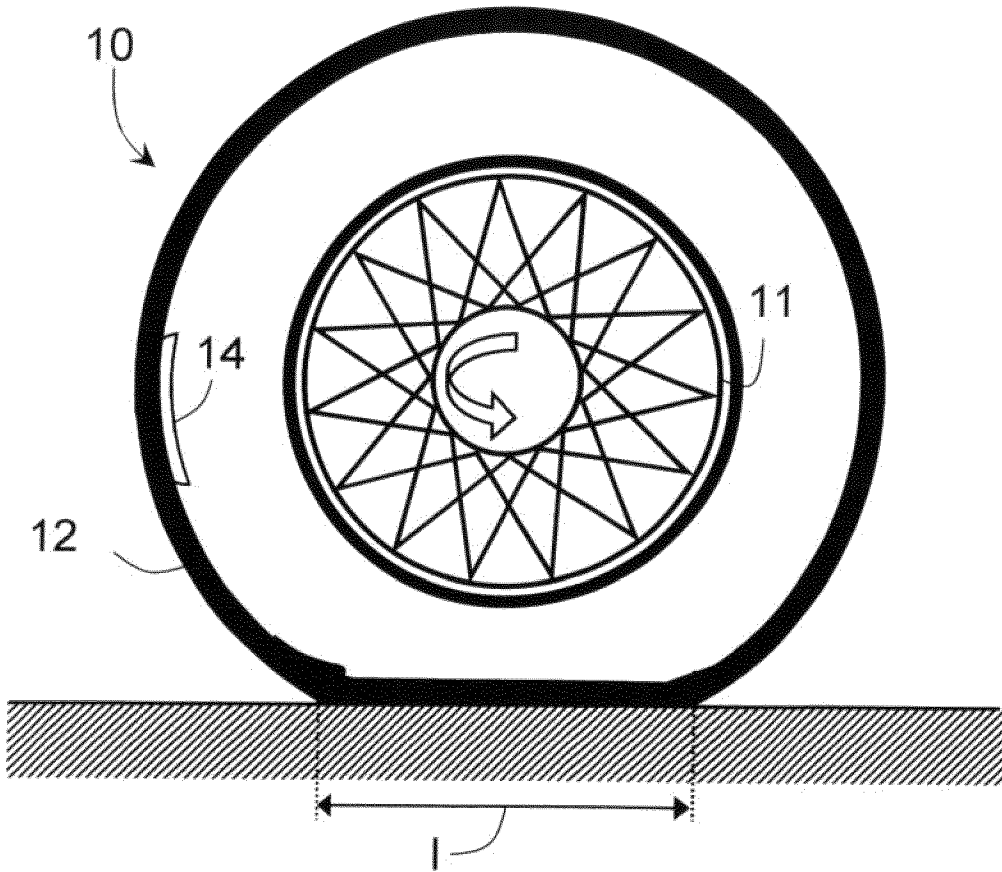
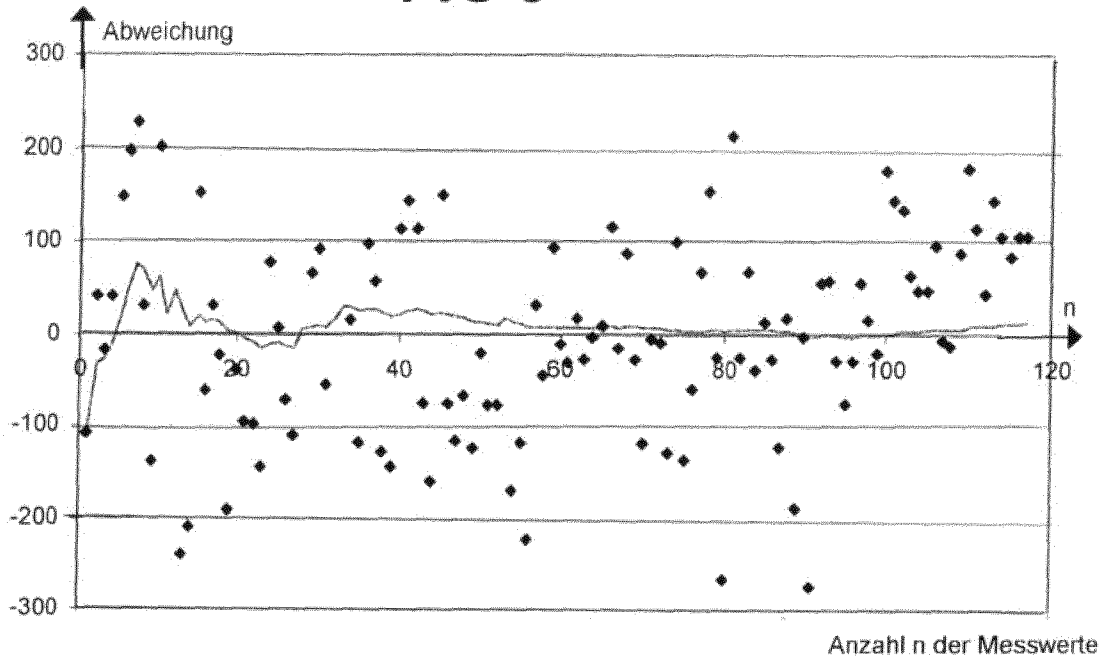


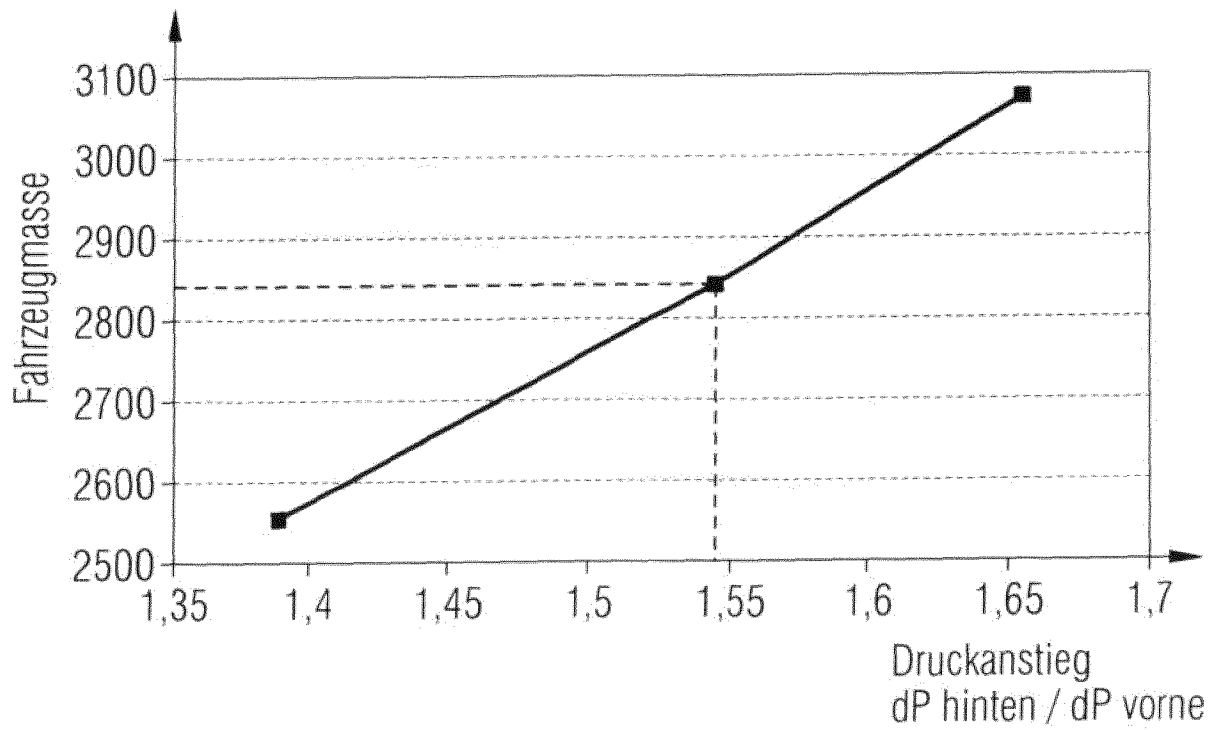
FIG 2



**FIG 3**



**FIG 4**



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2012/052355

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
INV. B60T8/172 G01G19/08  
ADD.  
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED  
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
B60T G01G B60C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)  
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2009/071104 A1 (NIRA DYNAMICS AB [SE]; KARLSSON RICKARD [SE]; JOSEFSSON JONAS [SE]; AN) 11 June 2009 (2009-06-11) the whole document	1,2,4-6, 9-11
X	US 2010/114437 A1 (BOSS GREGORY J [US] ET AL) 6 May 2010 (2010-05-06) claims 1-16	1,2,4-6, 10,11
X	DE 10 2007 047399 A1 (DAIMLER AG [DE]) 24 April 2008 (2008-04-24) the whole document	1-3,7-11
X	DE 20 2009 011330 U1 (RICHTER SIEGFRIED [DE]) 12 November 2009 (2009-11-12) paragraph [0005] paragraph [0020] - paragraph [0021]	1-3,7-11
	-/--	

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

\* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  30 April 2012	Date of mailing of the international search report  08/05/2012
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer  Colonna, Massimo

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2012/052355

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 10 2006 033951 A1 (AUDI NSU AUTO UNION AG [DE]) 25 October 2007 (2007-10-25) paragraph [0015] -----	7,8

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2012/052355

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2009071104 A1	11-06-2009	EP 2215438 A1 JP 2011505566 A US 2011066322 A1 WO 2009071104 A1	11-08-2010 24-02-2011 17-03-2011 11-06-2009
-----			
US 2010114437 A1	06-05-2010	NONE	
-----			
DE 102007047399 A1	24-04-2008	NONE	
-----			
DE 202009011330 U1	12-11-2009	DE 202009011330 U1 EP 2287021 A2	12-11-2009 23-02-2011
-----			
DE 102006033951 A1	25-10-2007	NONE	
-----			

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
 INV. B60T8/172 G01G19/08  
 ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
 B60T G01G B60C

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 2009/071104 A1 (NIRA DYNAMICS AB [SE]; KARLSSON RICKARD [SE]; JOSEFSSON JONAS [SE]; AN) 11. Juni 2009 (2009-06-11) das ganze Dokument	1,2,4-6, 9-11
X	US 2010/114437 A1 (BOSS GREGORY J [US] ET AL) 6. Mai 2010 (2010-05-06) Ansprüche 1-16	1,2,4-6, 10,11
X	DE 10 2007 047399 A1 (DAIMLER AG [DE]) 24. April 2008 (2008-04-24) das ganze Dokument	1-3,7-11
X	DE 20 2009 011330 U1 (RICHTER SIEGFRIED [DE]) 12. November 2009 (2009-11-12) Absatz [0005] Absatz [0020] - Absatz [0021]	1-3,7-11
	----- -/--	



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert,  
aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach  
dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft er-  
scheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer  
anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden  
soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie  
ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung,  
eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach  
dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum  
oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der  
Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der  
Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden  
Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung  
kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf  
erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung  
kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet  
werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren  
Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und  
diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

30. April 2012

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

08/05/2012

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel. (+31-70) 340-2040,  
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Colonna, Massimo

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 10 2006 033951 A1 (AUDI NSU AUTO UNION AG [DE]) 25. Oktober 2007 (2007-10-25) Absatz [0015] -----	7,8

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2012/052355

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2009071104 A1	11-06-2009	EP 2215438 A1 JP 2011505566 A US 2011066322 A1 WO 2009071104 A1	11-08-2010 24-02-2011 17-03-2011 11-06-2009
US 2010114437 A1	06-05-2010	KEINE	
DE 102007047399 A1	24-04-2008	KEINE	
DE 202009011330 U1	12-11-2009	DE 202009011330 U1 EP 2287021 A2	12-11-2009 23-02-2011
DE 102006033951 A1	25-10-2007	KEINE	