

(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
2. August 2012 (02.08.2012)



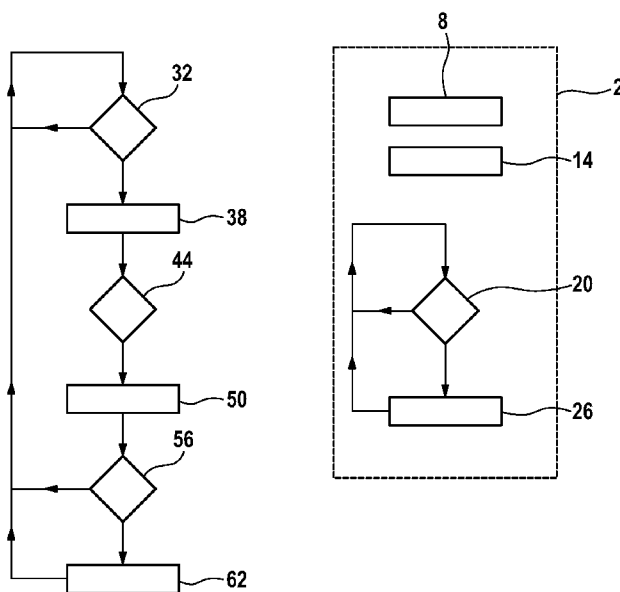
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2012/100871 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation: *B60T 8/172* (2006.01) *B60T 8/1769* (2006.01) 65795 Hattersheim (DE). **REIM, Nikolaus** [DE/DE]; Rosenweg 7, 85276 Pfaffenhofen (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2011/072109 (74) **Gemeinsamer Vertreter: CONTINENTAL TEVES AG & CO. OHG**; Guerickestraße 7, 60488 Frankfurt (DE).
- (22) Internationales Anmeldedatum: 7. Dezember 2011 (07.12.2011) (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, 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.
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität: 10 2011 003 298.3 28. Januar 2011 (28.01.2011) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **CONTINENTAL TEVES AG & CO. OHG** [DE/DE]; Guerickestraße 7, 60488 Frankfurt (DE). **AUDI AG** [DE/DE]; 85045 Ingolstadt (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **CORNILS, Arne** [DE/DE]; Böttgerstraße 19, 60389 Frankfurt am Main (DE). **KASTEN, Manuel** [DE/DE]; Eschenbachstr. 4,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR DETECTING AND CORRECTING VEHICLE REFERENCE SPEED, AND VEHICLE SYSTEM

(54) Bezeichnung : VERFAHREN ZUR ERKENNUNG UND KORREKTUR DER FAHRZEUGREFERENZGESCHWINDIGKEIT UND FAHRZEUGSYSTEM



(57) Abstract: The invention relates to a method for detecting and correcting vehicle reference speed, in particular when said speed undergoes a controlled reduction due to drag and/or regeneration torque, of a motor vehicle, in particular an all-wheel drive vehicle, comprising a motor (110) and a motor control unit (120), wherein the longitudinal acceleration of the motor vehicle is measured with the aid of a sensor, and the wheel accelerations are determined with the aid of wheel speed sensors (146). The method is to provide both extremely reliable determination of the vehicle reference speed and the initiation of corrective measures once a controlled reduction has been recognized, and also to utilize standard components and control routines. The following steps are carried out for this purpose: filtering the wheel accelerations, filtering the longitudinal acceleration, forming a corrected longitudinal acceleration by applying a safety offset and a correction offset to the filtered longitudinal acceleration, and temporal integration of the difference between the corrected longitudinal acceleration and the respective wheel acceleration. In the event a threshold value of the absolute value of the difference is exceeded during a predetermined time interval with a preset number of wheels, steps for correction are initiated.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

Fig. 1

WO 2012/100871 A1



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).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

Ein Verfahren zur Erkennung und Korrektur der Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit, insbesondere bei deren Abseilung durch Schlepp- und/oder Rekuperationsmoment, eines Kraftfahrzeuges, insbesondere eines Allradfahrzeuges, mit einem Motor (110) und einem Motorsteuergerät (120), wobei mit Hilfe eines Sensors die Längsbeschleunigung des Kraftfahrzeuges gemessen wird und mit Hilfe von Raddrehzahlsensoren (146) die Radbeschleunigungen bestimmt werden, soll einerseits eine extrem zuverlässige Bestimmung der Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit sowie die Einleitung von Korrekturmaßnahmen erlauben, sobald ein Abseilen erkannt wurde, und andererseits auf gewöhnlich verbaute Komponenten und Steuer- und Regelungsroutrinen zurückgreifen. Dazu werden die folgenden Schritte durchgeführt : Filterung der Radbeschleunigungen, Filterung der Längsbeschleunigung, Bildung einer korrigierten Längsbeschleunigung durch Beaufschlagung der gefilterten Längsbeschleunigung mit einem Sicherheitsoffset und mit einem Korrekturoffset, zeitliche Integration der Differenz zwischen der korrigierten Längsbeschleunigung und der jeweiligen Radbeschleunigung, wobei bei Überschreiten eines Schwellenwertes des Absolutwertes der Differenz während eines vorgegebenen Zeitintervalls bei einer vorgegebenen Anzahl der Räder Schritte zur Korrektur eingeleitet werden.

Verfahren zur Erkennung und Korrektur der Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit und Fahrzeugsystem

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erkennung und Korrektur der Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit, insbesondere bei deren Abseilung durch Schlepp- und/oder Rekuperationsmoment, eines Kraftfahrzeuges, insbesondere eines Allradfahrzeuges, mit einem Motor und einem Motorsteuergerät und mit einem Sensor zur Messung der Längsbeschleunigung des Kraftfahrzeuges, wobei mit Hilfe des Sensors die Längsbeschleunigung des Kraftfahrzeuges gemessen wird und mit Hilfe von Raddrehzahlsensoren die Radbeschleunigungen bestimmt werden. Sie betrifft weiterhin ein zugehöriges Fahrzeugsystem.

Moderne Kraftfahrzeuge besitzen neben ihrer Grundfunktionalität verschiedene Steuer- und Regelprogramme, die in brenzligen Situationen, beispielsweise bei starken Bremsvorgängen, bei Schleudervorgängen oder bei sonstigen Situationen, in denen das Fahrzeug instabil zu werden droht, den Fahrer unterstützen und auf eine Stabilisierung des Fahrzeuges hinwirken. Dabei haben sich insbesondere das Antiblockiersystem (ABS), die Antischlupfregelung (ASR) und das elektronische Stabilitätsprogramm (ESP) etabliert und bewährt. Alle drei Programme bzw. Systeme greifen in Situationen, in denen die Stabilität des Fahrzeuges gefährdet ist, aktiv in die Steuerung des Fahrzeuges ein. Erkennt beispielsweise das ABS bei einem Bremsvorgang das Blockieren eines oder mehrerer Räder, wird die Bodenhaftung dieser Räder durch bedarfsweisen Druckabbau und Druckaufbau in den Bremsen wieder verbessert. Durch diese Maßnahmen wird der Bremsweg nicht notwendigerweise kürzer, das Fahrzeug befindet sich aber während des Bremsvorgangs in einem stabilen Zustand. Gleichermäßen kann ein Durchdrehen der Räder, beispielsweise auf rutschigem Belag, mit Hilfe der Antischlupfregelung erkannt werden. Auch hier kann durch geeignete Gegenmaßnahmen die Haftung der Räder auf der Fahrbahn bzw. auf dem Untergrund verbessert wer-

den. Eine Stabilisierung des Autos in Situationen, bei denen das Auto zu Schleudern droht und von der Fahrbahn abzukommen droht, beispielsweise bei schnellen Kurvenfahrten, kann durch das ESP erreicht werden, wobei durch kurze Bremsimpulse das Fahrzeug in der Bahn gehalten wird.

Ein wichtiger Bestandteil der ESP und ASR Systeme ist die Motor-Schleppmoment-Regelung (MSR), die ein Rutschen der angetriebenen Räder, insbesondere auf glatter Fahrbahn, wenn der Fahrer abrupt vom Gas geht oder die Kupplung beim Herunterschalten zu schnell kommen lässt, verhindert. Das Steuergerät des Motors bzw. Motorsteuergerät erhöht dann kurzfristig auf Anforderung des ESP-Steuergeräts das Drehmoment, um das Fahrzeug stabil zu halten. Im Falle von Hybridfahrzeugen wird statt einem Motorsteuergerät gewöhnlich ein Hybridmanager eingesetzt, der sowohl den Verbrennungsmotor als auch den Elektromotor ansteuert. Weiterhin kommen auch Powertrain-Manager zum Einsatz. Im Rahmen dieser Anmeldung bezeichnet Motorsteuergerät jeweils das entsprechend im Fahrzeug eingesetzte Gerät.

Eine Kenngröße, die in all diesen Situationen eine wichtige Rolle spielt, ist der so genannte Schlupf des jeweiligen Rades, der das Verhältnis zwischen der tatsächlich zurück gelegte Strecke pro Radumdrehung und dem tatsächlichen Radumfang kennzeichnet. Schlupf kann auch gekennzeichnet werden als das Verhältnis der Drehzahl eines angetriebenen Rades zu der eines (hypothetischen) nicht angetriebenen und daher formschlüssig mitlaufenden Rades.

Während ein geringer Schlupf dazu notwendig ist, dass das Fahrzeug überhaupt durch die Räder fortbewegt werden kann, kennzeichnet großer Schlupf im Regelfall Situationen, in denen das Fahrzeug instabil wird. So ist beispielsweise das Blockieren der Räder durch einen großen Bremsschlupf und das

Durchdrehen der Räder durch einen großen Antriebsschlupf gekennzeichnet.

Für viele Regelmechanismen, die das Fahrzeug stabilisieren sollen, ist die Kenntnis der tatsächlichen Fahrzeuggeschwindigkeit von Vorteil bzw. notwendig. Diese Größe wird in gewöhnlichen Systemen nicht bestimmt bzw. kann nicht ohne Weiteres direkt bzw. unmittelbar bestimmt werden. Sie kann jedoch indirekt beispielsweise über Signale, die von Raddrehzahlsensoren, die den jeweiligen Rädern zugeordnet sind, ermittelt werden. Ist die Fahrzeuggeschwindigkeit bzw. Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit bekannt, kann durch den Vergleich mit den Drehgeschwindigkeiten der einzelnen Räder Schlupf detektiert werden.

Eine bekannte zu lösende technische Aufgabe besteht demnach darin, aus den Informationen, die die Raddrehzahlsensoren liefern, in möglichst zuverlässiger Weise - die einzelnen Räder können in Schlupf laufen - die Fahrzeuggeschwindigkeit zu bestimmen. Bei Fahrzeugen mit nur einer angetriebenen Achse, eignen sich dabei besonders vorteilhaft die Signale der Raddrehzahlsensoren, die den nicht angetriebenen Rädern zugeordnet sind.

Diese Art der Bestimmung der Fahrzeuggeschwindigkeit ist nicht ohne weiteres möglich bei Fahrzeugen, bei denen alle Räder angetrieben werden, d. h. bei Allradfahrzeugen. Gerade bei diesen Fahrzeugen ist es aber wichtig, ein Abseilen der Referenzgeschwindigkeit bzw. Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit zu erkennen. Als Abseilen wird hier der Vorgang verstanden, bei dem sich die ermittelte Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit von der tatsächlichen Fahrzeuggeschwindigkeit immer weiter entfernt. Dies insbesondere in der Richtung, dass die ermittelte Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit niedriger ist als die tatsächliche Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit. Aus der

DE 199 39 979 A1 ist ein Verfahren zur Erkennung einer unrichtigen Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit bekannt, bei dem bedarfsweise ein oder mehrere Räder vom Antrieb entkoppelt werden, wobei die Erkennung bezugnehmend auf das Laufverhalten des oder der entsprechenden entkoppelten Räder erfolgt.

Die Abseilerkennung der Referenzgeschwindigkeit im Rahmen der technischen Möglichkeiten elektronischer Bremssysteme ist insbesondere wichtig bei Allradfahrzeugen mit im Schiebetrieb starrem Längsdifferential (Torsen) oder auch starren Allradantrieben oder auch bei Hybridfahrzeugen. Die Abseilerkennung wird besonders wichtig bei Fahrzeugen dieser Art mit großen Verbrennungskraftmotoren, durch die ein hohes Schleppmoment erzeugt werden kann, sowie bei Hybridfahrzeugen mit einem Elektromotor, der bei Bremsvorgängen als Generator eingesetzt wird und auf diese Weise ein zum Teil sehr starkes Rekuperationsmoment erzeugt. Ein großes Schleppmoment tritt beispielsweise dann auf, wenn der Fahrer plötzlich vom Gas geht oder eine deutlich niedrigere Gangstufe plötzlich einlegt. Beim Vorliegen derartiger Schlepp- oder Rekuperationsmomente kann es passieren, dass alle Räder auf niedrigen Reibwerten durch die Schleppmomente synchron in Schlupf gezogen werden. Das heißt, die Räder drehen sich faktisch langsamer und rollen dadurch weniger Strecke ab, als durch das Fahrzeug zurückgelegt wird.

Diese Auftreten von Schlupf kann mit einer geringen Dynamik erfolgen, so dass beispielsweise der ESP-Regler eine gewöhnliche tatsächliche bzw. reale Verzögerung des Fahrzeuges annimmt. Da der ESP-Regler von einer regulären bzw. gewöhnlichen Verzögerung ausgeht, wird er keine das Fahrzeug stabilisierenden Maßnahmen einleiten. Das Abseilen der Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit, das in den oben beschriebenen Fällen ein schleichender Prozess ist, führt dann zu einem völlig instabilen Fahrzeug. Dies ist insbesondere auch deshalb

der Fall, da bei größer werdendem Schlupf die Seitenführungskräfte der Räder rapide abnehmen.

Das Fahrzeug kann in diesen Fällen schwerlich bis gar nicht kontrolliert werden und fängt gewöhnlich an, unkontrolliert zu schleudern. Die genannten Probleme treten auf, sobald die Radschleppmomente größer werden als der Reibwert zwischen Fahrbahn und Reifen dies zulässt. Dies kann typischerweise auf Spiegeleis auftreten. Bei größeren bzw. größer werdenden Schlepp- bzw. Rekuperationsmomenten ist ein solcher Prozess aber auch auf Fahrbahnen mit anderem Belag denkbar.

Ein Referenzabseiler bzw. das Abseilen der Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit wurde bei den oben genannten Fahrzeugtypen bisher nicht oder nur unzureichend erkannt. Die Notwendigkeit einer solchen Erkennung ist aber durch die modernen Weiterentwicklungen von Hybridfahrzeugen und Allradfahrzeugen stark gestiegen.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zu Grunde, ein Verfahren zur Erkennung und Korrektur der Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit, insbesondere bei deren Abseilung durch Schlepp- und/oder Rekuperationsmomente bereitzustellen, das einerseits eine extrem zuverlässige Bestimmung der Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit sowie die Einleitung von Korrekturmaßnahmen erlaubt, sobald ein Abseilen erkannt wurde, und andererseits auf gewöhnlich verbaute Komponenten und Steuer- und Regelungsroutinen zurückgreifen kann. Weiterhin soll ein zugehöriges Fahrzeugsystem angegeben werden.

In Bezug auf das Verfahren wird diese Aufgabe erfindungsgemäß durch die folgenden Schritte gelöst:

- Filterung der Radbeschleunigungen,
- Filterung der Längsbeschleunigung,
- Bildung einer korrigierten Längsbeschleunigung durch Be-

aufschlagung der gefilterten Längsbeschleunigung mit einem Sicherheitsoffset und mit einem Korrekturoffset,
- zeitliche Integration der Differenz zwischen der korrigierten Längsbeschleunigung und der jeweiligen Radbeschleunigung, wobei bei Überschreiten eines Schwellenwertes des Absolutwertes der Differenz während eines vorgegebenen Zeitintervalls bei einer vorgegebenen Anzahl der Räder Schritte zur Korrektur eingeleitet werden.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

Unter der Korrektur der Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit werden Maßnahmen verstanden, die das Ziel haben, den Schlupf der Räder zu reduzieren und das Fahrzeug fahrdynamisch zu stabilisieren, wodurch sich auch die über die Radbeschleunigungen ermittelte Fahrzeuggeschwindigkeit und die tatsächliche Fahrzeuggeschwindigkeit wieder aneinander annähern.

Die Erfindung geht von der Überlegung aus, dass zur Vermeidung zusätzlicher elektronischer Komponenten und damit entstehender zusätzlicher Kosten ein Verfahren zur Abseilerkennung der Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit vorteilhafterweise auf die in der Bordelektronik bereits vorhandenen Komponenten bzw. Signale zurückgreifen sollte. Komponenten, die gewöhnlich in Allradfahrzeugen vorhanden sind, sind beispielsweise ein Motorsteuergerät, ein Sensor, mit dem die Längsbeschleunigung des Fahrzeuges bestimmt wird (gewöhnlich ein Beschleunigungssensor) sowie Steuerregelungs- und Auswertegeräte wie beispielsweise elektronische ESP- oder ASR-Komponenten. In einem solchen System können mit Hilfe von Rad-drehzahlsensoren die Radbeschleunigungen bestimmt werden.

Wie nunmehr erkannt wurde, kann eine Abseilung der Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit zuverlässig unter Rückgriff auf von

diesen Komponenten gelieferte Daten bestimmt werden, indem die Differenz zwischen der Längsbeschleunigung und der jeweiligen Radbeschleunigung über einen gewissen Zeitraum integriert wird, wobei dann bei Überschreiten dieser zeitlich integrierten Beschleunigung eines vorgegebenen Grenzwertes bzw. Schwellenwertes Maßnahmen zur Stabilisierung des Fahrzeuges bzw. zur Korrektur der Fahrzeuggeschwindigkeit eingeleitet werden können.

Die Erfindung beruht weiterhin auf der Überlegung, dass für die Zuverlässigkeit eines solchen Verfahrens die Radbeschleunigungen sowie die Längsbeschleunigungen vorverarbeitet werden sollten. Um zu zuverlässigen Aussagen zu kommen, und nicht etwa auf Grund von spuriösen Signalschwankungen bzw. Signalsprüngen, die durch das Rauschen oder die begrenzte Auflösung der entsprechenden Signale zu Stande kommen, falsche Schlüsse zu ziehen, sollten diese Signale vor der genannten Integration in einer geeigneten Weise geglättet bzw. gefiltert werden. Zusätzlich dazu sollte berücksichtigt werden, dass die von dem Längsbeschleunigungssensor gemessene Beschleunigung sowohl statische Längsbeschleunigungssensorfehler als auch Beimischungen von Komponenten des Erdgravitationsfeldes enthalten kann, insbesondere an starken Steigungen. Derartige Effekte sollten bei dem Erkennungsalgorithmus berücksichtigt werden.

Eine derartige Vorverarbeitung der Längsbeschleunigung kann, wie nunmehr erkannt wurde, durch Beaufschlagung der gefilterten Längsbeschleunigung mit einem Sicherheitsoffset, der statische Fehler bzw. die Auflösungsgrenze des Sensors berücksichtigt, sowie einem Korrekturoffset, der eine dynamische Korrektur umfasst, berücksichtigt werden.

Je nach fahrdynamischer Situation ändern sich nämlich Größe und Art der Fehler, mit der das Signal des Längsbeschleuni-

gungssensors behaftet ist. Beispielsweise hängt die Beimischung des Erdgravitationsfeldes, also die Komponente der Erdbeschleunigung g in Richtung der Bewegungsrichtung des Fahrzeuges, von der momentanen Steigung der Fahrbahn ab.

Um diesen sich zeitlich verändernden notwendigen Signalkorrekturen Rechnung zu tragen, wird der Korrekturoffset während des Fahrzeugbetriebes vorzugsweise im Wesentlichen kontinuierlich berechnet. Der Korrekturoffset wird also dynamisch jeweils an die momentane Fahrzeugsituation angepasst. Auf diese Weise kann verhindert werden, das irrtümliche Abweichen der gemessenen Längsbeschleunigung von den Radbeschleunigungen jeweils als Abseilung der Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit beurteilt wird, während diese Differenz in Wirklichkeit auf ein korrekturbedürftiges Signal des Längsbeschleunigungssensors zurückzuführen ist.

Der Korrekturoffset wird bevorzugt berechnet als Differenz zwischen der bevorzugt zweifach gefilterten Längsbeschleunigung und einer bevorzugt zweifach gefilterten und über die vier Räder gemittelten Radbeschleunigung. In einer alternativen Ausführungsform des Verfahrens wird dazu nur die geringste der vier Radbeschleunigungen verwendet. In weiterer alternativer Ausgestaltung können nur zwei oder drei Radbeschleunigungen gemittelt werden.

Nicht jede fahrdynamische Situation, in der sich das Fahrzeug befindet, eignet sich gleichermaßen zur Berechnung bzw. Bestimmung des Korrekturoffsets. Während gewisser fahrdynamischer Zustände des Fahrzeuges sollte deshalb vorteilhafterweise die Berechnung des Korrekturoffsets aus den vorhandenen Signalen bzw. das Erlernen des Korrekturoffsets ausgesetzt werden.

Die Berechnung des Korrekturoffsets wird vorteilhafterweise dann ausgesetzt, wenn das Gesamtschleppmoment auf Radebene betragsweise einen vorgegebenen Schwellenwert überschreitet. Das heißt, das Gesamtradschleppmoment ist kleiner als ein vorgegebener negativer Wert, beispielsweise -300 Nm. In diesem Fall ist die Wahrscheinlichkeit, dass die Räder auf entsprechend niedrigem bzw. fahrbarem Reibwert starken Schlupf aufweisen, sehr hoch. Das Gesamtradmoment wird bevorzugt bestimmt, indem das aus dem Motorsteuergerät übermittelte Schleppmoment in der ASR mit Hilfe der Gangstufe in Radmoment umgerechnet wird.

Zum Lernen des Korrekturoffsets sollte weiterhin das Fahrzeug in Bewegung sein und sich vorteilhafterweise wenigstens mit Schrittgeschwindigkeit fortbewegen. Die Berechnung des Korrekturoffsets wird vorteilhafterweise dann ausgesetzt, wenn die aktuell bestimmte Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit einen vorgegebenen Schwellenwert unterschreitet. Ein geeigneter Schwellenwert dafür liegt beispielsweise bei 5 km/h.

Für das Lernen des Korrekturoffsets ist ein stabiler fahrdynamischer Zustand des Fahrzeuges mit möglichst gleichbleibender Geschwindigkeit vorteilhaft, da beim Lernen des Offsets die Artefakte, die durch statische Längsbeschleunigungssensorfehler und die Steigung verursacht werden, identifiziert werden sollen. Vorzugsweise wird daher die Berechnung des Korrekturoffsets ausgesetzt, wenn sich während einer vorgegebenen Zeitspanne die Differenz zwischen maximaler und minimaler Radbeschleunigung für wenigstens ein Rad um mehr als einen vorgegebenen Schwellenwert ändert. Vorteilhafterweise werden dazu alle jedoch vier Räder berücksichtigt, wobei die Differenz zwischen der maximalen Radbeschleunigung eines der Räder und der minimalen Radbeschleunigung eines der Räder bestimmt wird. Die Zeitspanne während der die Differenz einen vorgegebenen Schwellenwert,

beispielsweise 0,012 g, nicht überschreiten darf, beträgt vorteilhafterweise 70 ms (was im Wesentlichen 7 Loops bei einer Taktzeit von 10 ms von typischen Steuereinheiten entspricht).

Die Bestimmung bzw. Berechnung bzw. das Lernen des Korrekturoffsets wird vorteilhafterweise auch dann ausgesetzt, wenn der Radlenkwinkel betragsweise größer als ein vorgegebener Wert ist. Dieser Wert beträgt vorteilhafterweise $2,5^\circ$. Damit wird sichergestellt, dass das Fahrzeug im Wesentlichen geradeaus fährt, so dass in die Bestimmung des Korrekturoffsets keine unerwünschten Artefakte durch die Kurvenfahrt eingehen (Geometrieschlupf).

Die Berechnung des Korrekturoffsets wird vorteilhafterweise weiterhin dann ausgesetzt, wenn während einer vorgegebenen Zeitspanne ein Lastwechsel- und/oder Runterschaltvorgang vorgenommen wurde. Anders herum formuliert sollte die Bestimmung des Korrekturoffsets erst dann erfolgen, wenn seit einer vorgegebenen Zeitspanne kein Runterschaltvorgang oder Lastwechsel erfolgt ist. Ein derartiges Zeitintervall beträgt vorteilhafterweise 1 s.

Da sich die fahrdynamische Situation des Fahrzeuges kontinuierlich ändert - dies kann insbesondere Steigungen oder auch die Beschaffenheit der Fahrbahn betreffen - wird der Korrekturoffset vorteilhafterweise als ungültig gekennzeichnet, wenn die letzte Anpassung des Korrekturoffsets älter ist als ein vorgegebenes Zeitintervall, beispielsweise 10 s. Damit kann verhindert werden, dass durch die Verwendung eines veralteten Korrekturoffsets Schlüsse bzgl. der Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit gezogen werden, die nicht den tatsächlichen Verhältnissen der aktuellen Fahrsituation entsprechen. Dadurch können auch entsprechende, auf irrtümlichen Annahmen beruhende Korrekturmaßnahmen verhindert werden. Bei ungültig

gekennzeichnetem Korrekturoffset wird also die Abseilungserkennung nicht weiter durchgeführt.

Für die Durchführung des Verfahrens ist es vorteilhaft, wenn die Signale der Radbeschleunigungen und der Längsbeschleunigung von Rauschteilen und Artefakten, die von der begrenzten Signalauflösung herrühren, weitestgehend befreit sind. Deshalb kann es vorteilhaft sein, wenn die Längsbeschleunigung vor der Bildung der korrigierten Längsbeschleunigung einer zweiten Filterung unterzogen wird. Gleichmaßen kann es vorteilhaft sein, wenn die Radbeschleunigungen nach einer ersten Filterung einer zweiten Filterung unterzogen werden. Vorteilhafterweise werden die Radbeschleunigungen und die Längsbeschleunigungen in der zweiten Filterung tiefpassgefiltert und so aneinander angepasst, dass die gefilterten Signale im stabilen Fahrzeugzustand keinen Phasenverzug aufweisen. Je nach verwendetem Filter bzw. Filteralgorithmus kann dies durch eine Anpassung der jeweiligen Filterkonstanten geschehen. In alternativen Ausführungsformen kann statt der Tiefpassfilterung auch ein anderer auf einem IIR oder FIR Filter basierende Filteralgorithmus verwendet werden, der zu einer geeigneten Signalglättung führt.

Die zeitliche Integration der Differenz zwischen der korrigierten Längsbeschleunigung und der jeweiligen Radbeschleunigung wird vorteilhafterweise gestartet, wenn bei dem vorhandenen Rekuperations- oder Schleppmoment ein Abseilen der Räder auf Grund kleinster Reibwerte technisch möglich ist. Dies kann vorteilhafterweise dann geschehen, wenn das Rekuperations- oder Schleppmoment einen vorgegebenen Schwellenwert unterschreitet. Ein geeigneter Schwellenwert für das Starten der Integration liegt beispielsweise bei -400 Nm.

Die Integration wird vorteilhafterweise jeweils nach Ablauf einer vorgegebenen maximalen Integrationszeit, vorteilhaft-

erweise 15 s, beendet. Nach Ablauf dieser Zeitspanne wird sie vorzugsweise neu gestartet, wenn die oben beschriebenen Bedingungen erfüllt sind und wenn ein gültiger Korrekturoffset vorliegt.

Bei dem Erkennen eines Abseilens der Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit sind bei dem erfindungsgemäßen Verfahren Schritte zu deren Korrektur bzw. zur Stabilisierung des Fahrzeuges vorgesehen. Zur Einleitung dieser Schritte ist eine Auslöseschwelle vorgesehen. Diese Auslöseschwelle ist dann erreicht, wenn das oben dargelegte Integral, vorteilhafterweise bei jeweils jedem Rad, einen vorgegebenen Schwellenwert überschreitet. Ein solcher Schwellenwert liegt vorteilhafterweise bei 0,5 km/h. Erreicht das Integral also - bevorzugt für alle vier Räder - diesen Wert, so gilt die Abseilung der Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit als erkannt.

Vorteilhafterweise werden die entsprechenden Korrekturschritte aber nicht sofort eingeleitet, sondern es wird auf das Ablaufen eines Sicherheitszeitgliedes von z. B. 120 ms gewartet, bevor die Schritte zur Korrektur eingeleitet werden. Mit anderen Worten: Die Überschreitung des Schwellenwertes des Integrals für vorteilhafterweise alle vier Räder sollte im gewählten Beispiel für mindestens 120 ms vorliegen.

Zur Korrektur bzw. Fahrzeugstabilisierung sind verschiedene Maßnahmen denkbar. In einer bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens wird zur Korrektur der Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit ein diagonal verteilter Stützpuls (z. B. linkes Vorderrad und rechtes Hinterrad) an den Rädern des Kraftfahrzeuges ausgelöst. Ein derartiger Stützpuls, der gewöhnlich in herkömmlichen Antischlupfregelungsmodulen implementiert ist und vorzugsweise 5 bar bis 10 bar hydraulischen Druck aufweist, führt dazu, dass die Räder einer Achse eine Diffe-

renzdrehzahl erhalten. Das drucklose Rad wird dadurch zur tatsächlichen bzw. wahren Fahrzeuggeschwindigkeit zurücklaufen, und das mit Druck beaufschlagte Rad wird in tieferen Schlupf gehen bzw. vergrößerten Schlupf aufweisen, womit die Motorschleppmomentregelung (MSR) ausgelöst wird. In dem Fall, dass die Abseilung der Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit fehlerhaft erkannt wurde hat die Auslösung des Stützpulses auf die Stabilität des Fahrzeuges keine negativen Folgen.

Alternativ oder zusätzlich zu der oben beschriebenen Maßnahme wird vorteilhafterweise eine Motorschleppmomentregelungsanforderung an das Motorsteuergerät gesendet. Im Fall von Hybridfahrzeugen bezeichnet Motorsteuergerät das Hybridsteuergerät, welches Steuer- und Regelungsfunktionen sowohl des Verbrennungsmotors als auch des Elektromotors umfasst. Eine solche Anforderung kann beispielsweise einen vorteilhaften Wert von -40 Nm haben. Die aus dieser Anforderung resultierende Reduktion des Schleppmomentes (bei Verbrennungskraftmaschinen bzw. die Rekuperationsverminderung bei Hybridfahrzeugen) führt die Räder an die wahre Fahrzeuggeschwindigkeit zurück und stützt somit die Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit. Bei einer Fehlerkennung der Abseilung wird durch diese Maßnahme eine leichte Unterbremsung durchgeführt.

In Bezug auf das Fahrzeugsystem wird die oben genannte Aufgabe erfindungsgemäß gelöst mit einem Motorsteuergerät, einem Sensor zur Messung der Längsbeschleunigung und einer elektronischen Steuer- und Regeleinheit, in der ein oben dargestelltes Verfahren durchgeführt wird.

Die Steuer- und Regeleinheit kann eine separate Einheit sein. Sie kann auch hardware- und/oder softwaremäßig mit einer bereits im Fahrzeug vorhandenen Einheit kombiniert bzw. in diese integriert werden.

Die Vorteile der Erfindung bestehen insbesondere darin, dass durch die Verwendung von in modernen Allradfahrzeugen bereits zur Verfügung stehenden Signalen zur Bestimmung der Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit der hardwareseitige Bedarf für das Verfahren extrem gering gehalten werden kann. Durch die Aufintegration der Differenz zwischen der Längsbeschleunigung und der jeweiligen Radbeschleunigung kann das Auftreten von Schlupf zuverlässig detektiert werden. Dies wird insbesondere möglich durch eine dynamische bzw. kontinuierliche Berechnung eines Korrekturoffsets, wobei durch die Beaufschlagung des Wertes der Längsbeschleunigung mit einem Sicherheitsoffset und mit einem Korrekturoffset ein verlässlicher Wert der Längsbeschleunigung des Fahrzeuges erzielt wird. Durch die Kopplung der Bestimmung des Korrekturoffsets an bestimmte fahrdynamische Bedingungen wird erreicht, dass der Korrekturoffset bestmöglichst Artefakte wie Einflüsse der Steigung sowie statische Sensorfehler widerspiegelt.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird anhand einer Zeichnung näher erläutert. Darin zeigen in stark schematisierter Darstellung:

FIG. 1 ein Blockdiagramm eines Verfahrens zur Erkennung und Korrektur der Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit in einer bevorzugten Ausführungsform für ein Allradfahrzeug, und

FIG. 2 ein Kraftfahrzeug mit einem Fahrzeugsystem mit einem Motor und einem Motorsteuergerät, einem Sensor zur Messung der Längsbeschleunigung und einer elektronischen Steuer- und Regeleinheit zur Durchführung des Verfahrens gemäß FIG. 1.

Gleiche Teile sind in beiden Figuren mit denselben Bezugs-

zeichen versehen.

Das in FIG. 1 dargestellte Verfahren zur Erkennung und Korrektur der Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit nutzt Signale, die von verschiedenen elektronischen Komponenten eines Allradfahrzeuges gewöhnlich zur Verfügung gestellt werden können. Dabei handelt es sich um die Längsbeschleunigung des Fahrzeuges, also die Beschleunigung in Fahrtrichtung bei einer Geradeausfahrt des Fahrzeuges, und die einzelnen Radbeschleunigungen. Letztere werden mit Hilfe von den einzelnen Rädern zugeordneten Raddrehzahlsensoren bestimmt.

Zur Bestimmung eines möglichen Abseilens der Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit werden diese Signale noch zwischenverarbeitet. In dem Verfahren laufen dazu verschiedene Verfahrensschritte - bedarfsweise auch parallel - ab.

Die in dem gestrichelten Kasten 2 durch die Blöcke 8, 14, 26 und die Entscheidung 20 dargestellten Verfahrensschritte werden bevorzugt im Wesentlichen kontinuierlich ausgeführt. In Block 8 werden die Radbeschleunigungen tiefpassgefiltert. In Block 14 wird die von dem Längsbeschleunigungssensor gemessene Längsbeschleunigung tiefpassgefiltert. Die Filterkonstanten der jeweiligen Tiefpassfilter für die Radbeschleunigungen und die Längsbeschleunigung werden dabei so aneinander angepasst, dass die gefilterten Signale im stabilen Fahrzeugzustand keinen Phasenverzug aufweisen. Dadurch können auch gleichzeitig auftretende, geringe Abweichungen zwischen Längsbeschleunigung und Radbeschleunigungen erkannt werden.

In alternativer Ausgestaltung des Verfahrens erfolgen die Schritte in den Blöcken 8 und 14 - also die Filterungen - bedarfsweise, wenn das Verfahren eine zeitliche Integration der Differenz zwischen jeweiliger Radbeschleunigung und der

Längsbeschleunigung durchführt. Für die zeitliche Aufintegration dieser Differenz wird aber nicht die gefilterte Längsbeschleunigung an sich verwendet. Diese wird vorher noch mit zwei Korrekturen versehen: einem Sicherheitsoffset sowie einem Korrekturoffset.

Der Sicherheitsoffset ist ein konstanter Wert, im vorliegenden Ausführungsbeispiel beträgt er 0,02 g, der zur gefilterten Längsbeschleunigung addiert wird und das Verfahren robust gegenüber Unschärfen wie Rauschen, Auflösung der Signale usw. macht.

Der Korrekturoffset wird dynamisch an die momentane Fahr-situation des Fahrzeuges angepasst und kompensiert im Wesentlichen die Steigung der Fahrbahn und statische Längsbeschleunigungsfehler. Der Korrekturoffset wird möglichst kontinuierlich neu berechnet bzw. neu erlernt. Er wird gebildet aus dem Delta bzw. der Differenz zwischen der gefilterten Längsbeschleunigung und der über die vier Räder gemittelten Radbeschleunigung.

In der Entscheidung 20 wird überprüft, ob geeignete Bedingungen zum Lernen eines Korrekturoffsets, der auf die gefilterte Längsbeschleunigung beaufschlagt wird, vorliegen. Liegen diese Bedingungen vor, wird in Block 26 der Korrekturoffset neu berechnet. Liegt die Bedingung nicht vor, wird wieder die Entscheidung 20 aufgerufen, bei der erneut überprüft wird, ob der Korrekturoffset bestimmt werden kann. Es handelt sich bei den Verfahrensschritten Entscheidung 20 und Block 26 gewissermaßen um Anweisungen, die schleifenförmig ausgeführt werden. In einer alternativen, seriell ausgelegten Ausgestaltung des Verfahrens, die sich besonders gut für die Implementation in Steuergeräten eignet, werden die Verfahrensschritte in den Blöcken oder Entscheidungen 8, 14, 20, 26 sowie - bedarfsweise - die noch zu besprechenden

Schritten in den Blöcken oder Entscheidungen 32, 38, 44, 50, 56, 62 während einer Loop der Steuereinheit im Wesentlichen sequentiell bzw. hintereinander ausgeführt.

Das Verfahren verzweigt aus der Entscheidung 20 zu Block 26, in der der Korrekturoffset bestimmt wird, nur unter bestimmten, vorgegebenen Bedingungen. Im vorliegenden Ausführungsbeispiels erfolgt die Neuberechnung nur, wenn der Wert der Längsbeschleunigung gültig ist, d. h., dass der Längsbeschleunigungssensor keinen internen, funktionellen Fehler anzeigt. Weiterhin wird der Korrekturoffset nur berechnet, wenn die momentan ermittelte Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit größer als 5 km/h ist, das Fahrzeug sich also wenigstens mit Schrittgeschwindigkeit fortbewegt. Zudem darf der Radlenkwinkel betragsweise einen Wert von $2,5^\circ$ nicht überschreiten, d. h., das Fahrzeug soll im Wesentlichen geradeaus fahren. Weiterhin dürfen die Räder seit 2 s nicht überdreht haben. Diese Bedingung kann quantifiziert werden über den Summenschlupf aller Räder, also die Summe der jeweiligen Rad-schlupfe, die kleiner sein soll als 2,25 plus ein Fünfzigstel mal der Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit, die vorzugsweise über ein im Fahrzeug integriertes Traction-Control-System (TCS) ermittelt wird.

Zudem sollten während eines vorgegebenen Zeitintervalls von einer vorgegebenen Zeit, beispielsweise von 7 Loops, wobei ein Loop einer Taktzeit von 10ms entspricht, die Räder stabil und gleichmäßig gelaufen sein. Das heißt, die bei den Rädern gemessene und gefilterte maximale Beschleunigung minus die minimale Beschleunigung sollte kleiner sein als 0,012 g. Der Korrekturoffset wird weiterhin nur dann berechnet, wenn während der letzten 2 s kein ESP-, ABS- oder EDS-Eingriff geschehen ist. Weiterhin sollte seit wenigstens 1 s kein Runterschaltvorgang oder Lastwechsel geschehen sein. Zusätzlich dazu sollte das Schleppmoment im vorliegenden

Ausführungsbeispiel größer als -300 Nm sein, d. h. betragsmäßig klein genug, um sichergehen zu können, dass die Räder nicht in Schlupf gehen.

Parallel zu den im gestrichelten Kasten 2 dargestellten Verfahrensschritten 20 und 26 laufen die Verfahrensschritte ab, die im Folgenden besprochen werden. Alternativ dazu können diese Verfahrensschritte nach den im Kasten 2 dargestellten Schritten ablaufen, so dass in jedem Loop des Steuergerätes alle Schritte hintereinander ablaufen. Dabei können auch - abhängig von dem Ausgang der entsprechenden Entscheidungen 20, 32, 44, 56 - gewisse Schritte ausgelassen werden.

In der Entscheidung 32 wird überprüft, ob der Korrekturoffset, der momentan bzw. aktuell vorliegt, gültig ist. Beispielsweise wird der Korrekturoffset, wenn seine Berechnung länger als 10 s zurückliegt, als ungültig gekennzeichnet. Damit wird verhindert, dass eine Fehlerkennung stattfindet, welche dadurch verursacht wird, dass sich die fahrdynamischen Bedingungen geändert haben, und der Korrekturoffset keine geeignete Korrektur zum vom Längsbeschleunigungssensor gemessenen Wert der Längsbeschleunigung mehr darstellt. In dem Falle, dass der Korrekturoffset gültig ist, wird in Block 38 eine korrigierte Längsbeschleunigung berechnet. Dazu wird die gefilterte Längsbeschleunigung mit einem Sicherheitsoffset von 0,02 g (je nach Fahrzeug und Anwendungsfall können hier auch andere Werte gewählt werden) beaufschlagt sowie mit dem Korrekturoffset beaufschlagt. Falls der Korrekturoffset nicht gültig ist, verzweigt das Verfahren wieder zurück zur Entscheidung 32. Wie oben erwähnt, soll eine Abseilerkennung nur durchgeführt werden, wenn der Korrekturoffset einen verlässlichen Wert hat.

In der Entscheidung 44 wird nun überprüft, ob Bedingungen vorliegen, auf Grund derer die Abseilerkennung gestartet werden soll. Die Abfolge der Entscheidungen 32 und 44 kann auch in umgekehrter Reihenfolge erfolgen, oder die Anweisungen der beiden Entscheidungen 32, 44 können im Wesentlichen zeitgleich durchgeführt werden.

Die Abseilerkennung in Block 50, die durch eine zeitliche Integration der Differenz zwischen der korrigierten Längsbeschleunigung und der jeweiligen Radbeschleunigung durchgeführt wird, wird im vorliegenden Ausführungsbeispiel gestartet, wenn das Schleppmoment kleiner als -400 Nm ist. Eine solche Situation tritt z. B. auf, wenn der Fahrer plötzlich vom Gas geht oder einen niedrigeren Gang einlegt. Bei Schleppmomenten in dieser Größenordnung ist ein Abseilen der Räder auf Grund kleinster Reibwerte technisch möglich.

Als Beispiel sei hier ein SUV nach heutigem Stand der Technik mit der heute üblichen Rekuperationsleistung angeführt. Bei der Version mit Verbrennungskraftmotor schränkt sich der relevante Bereich, in dem die Integration gestartet wird, auf die erste bis zweite Gangstufe ein. Bei der Hybridversion mit maximal 1500 Nm Rekuperationsmoment liegt der relevante Bereich im Geschwindigkeitsbereich zwischen 20 km/h und 70 km/h.

Die Integration der Differenz zwischen korrigierter Längsbeschleunigung und Radbeschleunigung wird radweise durchgeführt. Die Integration wird jeweils abgebrochen, wenn die Integration schon 15 s dauert oder wenn das Schleppmoment wieder größer als -300 Nm ist. In diesem Fall ist nicht mehr mit einer schleichenden Schlupfvergrößerung der Räder zu rechnen. Die Integration wird weiterhin abgebrochen, wenn der von dem Längsbeschleunigungssensor im Wesentlichen kontinuierlich gemessene Wert der Längsbeschleunigung ungültig wird oder wenn ein ESP- oder ABS-Eingriff.

In der Entscheidung 56 wird überprüft, ob eine Auslöseschwelle für Referenz stützende Maßnahmen erreicht ist. Ein Abseilen der Fahrzeuggeschwindigkeit gilt als erkannt, wenn bei allen vier Rädern das durchgeführte Integral den Schwel-

lenwert von 0,5 km/h erreicht oder überschreitet. Ist dies der Fall, werden in Block 62 Maßnahmen zur Stützung der Fahrzeuggeschwindigkeit bzw. zur Stabilisierung des Fahrzeuges eingeleitet. Dies geschieht aber erst nach Durchlaufen eines Sicherheitszeitintervalles von beispielsweise 120 ms, während dessen die Auslöseschwelle bzw. Auslösebedingung (Schwellenwert von 0,5 km/h ist erreicht) immer noch vorliegen muss. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel bestehen die Maßnahmen in einem (bezüglich der räumlichen Anordnung der Räder) diagonalen Stützpuls und/oder in einer MSR-Anforderung an das Motor- bzw. Hybridsteuergerät. Nach Durchführung der Referenz-stützenden Maßnahmen verzweigt das Verfahren wieder zur Entscheidung 32.

Das in FIG. 2 dargestellte Kraftfahrzeug 80, welches als Allradfahrzeug ausgestaltet ist, weist zwei Vorderräder 86, 92, die mit einer Vorderachse 94 verbunden sind, sowie zwei Hinterräder 98, 104, die mit einer Hinterachse 106 verbunden sind, auf. Das Kraftfahrzeug 80 wird von einem Motor 110 angetrieben, der über ein Zentraldifferential 116 beide Achsen 94, 106 antreibt.

Das Kraftfahrzeug 80 umfasst ein Fahrzeugsystem, das die Erkennung eines Abseilens der Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit erlaubt. Dazu ist dem Motor 110 ein Motorsteuergerät 120 zugeordnet. Die Längsbeschleunigung des Fahrzeuges, also seine Beschleunigung in Längsrichtung L, wird durch einen Längsbeschleunigungssensor 130 gemessen. Die Radbeschleunigungen der Räder 86, 92, 98, 104 werden jeweils mit Hilfe von den Rädern zugeordneten Raddrehzahlsensoren 146 gemessen.

Es ist weiterhin eine elektronische Steuer- und Regeleinheit 140 vorgesehen, in der das im Zusammenhang mit FIG. 1 dargestellte Verfahren durchgeführt wird. Der Längsbeschleuni-

gungssensor 130 ist bevorzugt in die Steuer- und Regeleinheit 140 integriert.

Bezugszeichenliste

2	gestrichelter Kasten
8	Block
14	Block
20	Entscheidung
26	Block
32	Entscheidung
38	Block
44	Entscheidung
50	Block
56	Entscheidung
62	Block
80	Kraftfahrzeug
86	Vorderrad
92	Vorderrad
94	Vorderachse
98	Hinterrad
104	Hinterrad
106	Hinterachse
110	Motor
116	Zentraldifferential
120	Motorsteuergerät
130	Längsbeschleunigungssensor
140	elektronische Steuer- und Regeleinheit
146	Raddrehzahlsensor
L	Längsrichtung

Patentansprüche

1. Verfahren zur Erkennung und Korrektur der Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit, insbesondere bei deren Abseilung durch Schlepp- und/oder Rekuperationsmoment, eines Kraftfahrzeuges, insbesondere eines Allradfahrzeuges, mit einem Motor (110) und einem Motorsteuergerät (120), wobei mit Hilfe eines Sensors die Längsbeschleunigung des Kraftfahrzeuges gemessen wird und mit Hilfe von Rad-drehzahlsensoren (146) die Radbeschleunigungen bestimmt werden, **gekennzeichnet durch** die folgenden Schritte:
 - Filterung der Radbeschleunigungen,
 - Filterung der Längsbeschleunigung,
 - Bildung einer korrigierten Längsbeschleunigung durch Beaufschlagung der gefilterten Längsbeschleunigung mit einem Sicherheitsoffset und mit einem Korrekturoffset,
 - zeitliche Integration der Differenz zwischen der korrigierten Längsbeschleunigung und der jeweiligen Radbeschleunigung, wobei bei Überschreiten eines Schwellenwertes des Absolutwertes der Differenz während eines vorgegebenen Zeitintervalls bei einer vorgegebenen Anzahl der Räder Schritte zur Korrektur eingeleitet werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Korrekturoffset während des Fahrzeugbetriebes im Wesentlichen kontinuierlich berechnet wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Berechnung des Korrekturoffsets ausgesetzt wird, wenn das Gesamtradschleppmoment betragsweise einen vorgegebenen Schwellenwert überschreitet.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die Berechnung des Korrekturoffsets ausgesetzt wird, wenn die aktuell bestimmte Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit einen vorgegebenen Schwellenwert unterschreitet.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die Berechnung des Korrekturoffsets ausgesetzt wird, wenn sich während einer vorgegebenen Zeitspanne die Differenz zwischen maximaler und minimaler Radbeschleunigung für wenigstens ein Rad um mehr als einen vorgegebenen Schwellenwert ändert.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die Berechnung des Korrekturoffsets ausgesetzt wird, wenn während einer vorgegebenen Zeitspanne ein Lastwechsel und/oder Runterschaltvorgang vorgenommen wurde.
7. Verfahren einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei der Korrekturoffset als ungültig gekennzeichnet wird, wenn die letzte Anpassung des Korrekturoffsets älter ist als ein vorgegebenes Zeitintervall.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei vor der Bildung der korrigierten Längsbeschleunigung die Längsbeschleunigung einer zweiten Filterung unterzogen wird.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei die Radbeschleunigungen nach einer ersten Filterung einer zweiten Filterung unterzogen werden.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei die zweite Filterung der Längsbeschleunigung und die Filterungen der Radbeschleunigungen Tiefpassfilterungen sind und so aneinander angepasst werden, dass die gefilterten

Signale im stabilen Fahrzeugzustand keinen Phasenverzug aufweisen.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei die Integration gestartet wird, wenn bei dem vorhandenen Rekuperations- oder Schlepptomment ein Abseilen der Räder aufgrund kleinster Reibwerte technisch möglich ist.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, wobei die Integration gestartet wird, wenn das Rekuperations- oder Schlepptomment einen vorgegebenen Schwellenwert unterschreitet.
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, wobei die Integration nach Ablauf einer vorgegebenen maximalen Integrationszeit beendet wird.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13, wobei zur Korrektur der Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit ein diagonal verteilter Stützpuls an den Rädern des Kraftfahrzeuges ausgelöst wird.
15. Verfahren nach Anspruch 14, wobei der Stützpuls einen hydraulischen Druck zwischen 5 und 10 bar aufweist.
16. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 15, wobei zur Korrektur der Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit eine Anforderung zur Motor-Schlepptomment-Regelung an das Motorsteuergerät (120) gesendet wird.
17. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 16, wobei der Korrekturoffset als Differenz zwischen der bevorzugt zweifach gefilterten Längsbeschleunigung und einer bevorzugt zweifach gefilterten und über die vier Räder gemittelten Radbeschleunigung berechnet wird.

18. Fahrzeugsystem mit einem Motorsteuergerät (120), einem Sensor zur Messung der Längsbeschleunigung und einer elektronischen Steuer- und Regeleinheit, in der ein Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 17 durchgeführt wird.

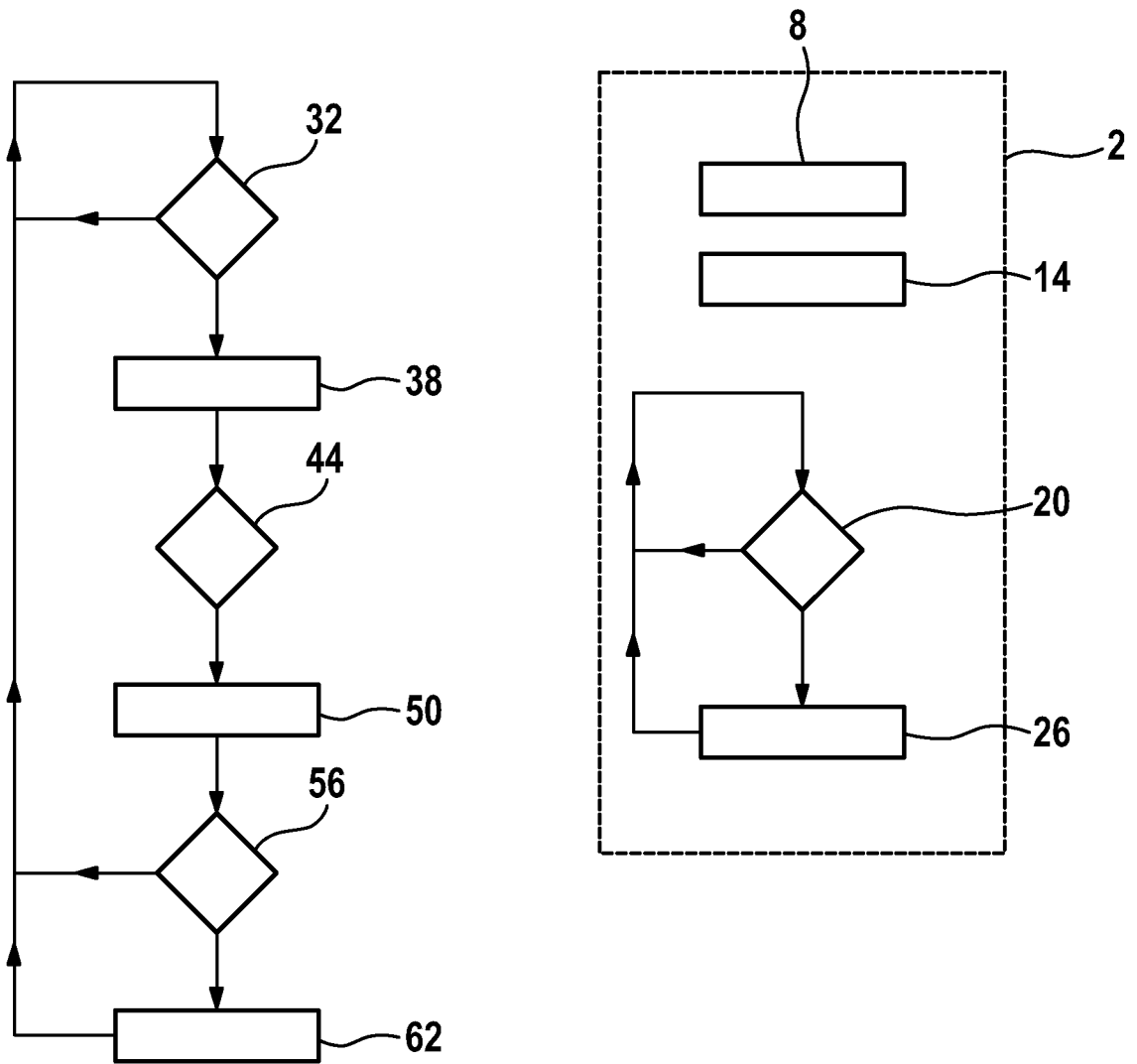


Fig. 1

2 / 2

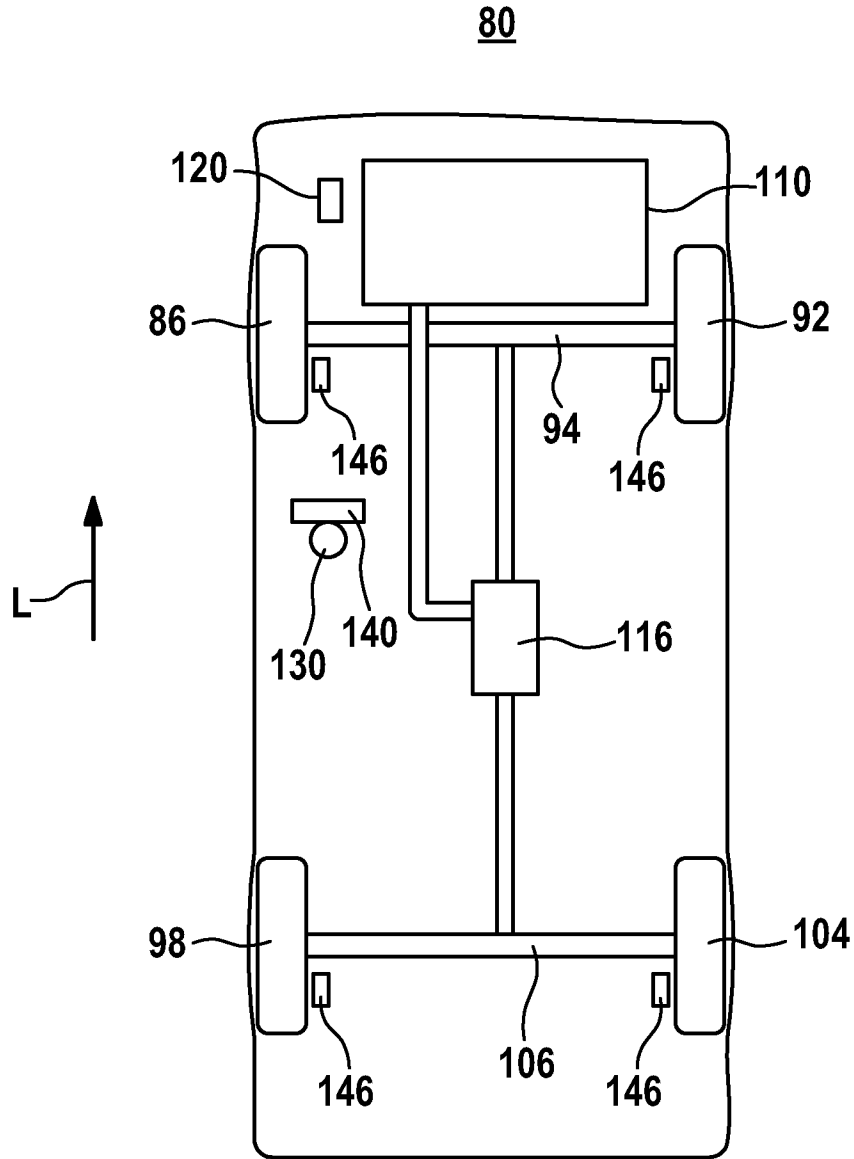


Fig. 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2011/072109

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. B60T8/172 B60T8/1769
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

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 practical, search terms used)
EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	US 5 579 230 A (LIN WILLIAM C [US] ET AL) 26 November 1996 (1996-11-26) figure 2	1,2, 7-13, 16-18 3-6,14, 15
Y	----- DE 10 2004 040757 A1 (CONTINENTAL TEVES AG & CO OHG [DE]) 28 July 2005 (2005-07-28) paragraph [0011] - paragraph [0013]	1,2, 7-13, 16-18
A	----- US 2008/071452 A1 (TAN HUALIN [US] ET AL) 20 March 2008 (2008-03-20) paragraph [0036] figure 3 ----- -/--	1,18

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 document 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 15 February 2012	Date of mailing of the international search report 28/02/2012
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/EP2011/072109

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 02/32732 A1 (CONTINENTAL TEVES AG & CO OHG [DE]; GRONAU RALPH [DE]; SAPPOK BURKHART) 25 April 2002 (2002-04-25) page 8, line 4 - page 9, line 4 abstract; figure 2	1,18
A	----- EP 0 331 131 A2 (NISSAN MOTOR [JP]) 6 September 1989 (1989-09-06) page 14, line 51 - page 15, line 47 -----	1,18

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/EP2011/072109

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5579230	A	26-11-1996	NONE

DE 102004040757	A1	28-07-2005	NONE

US 2008071452	A1	20-03-2008	DE 102007044195 A1 US 2008071452 A1

WO 0232732	A1	25-04-2002	EP 1328427 A1 JP 4109542 B2 JP 2004511392 A US 2004059492 A1 WO 0232732 A1

EP 0331131	A2	06-09-1989	DE 68920456 D1 DE 68920456 T2 EP 0331131 A2 JP 1218954 A JP 2977037 B2 US 4974163 A

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. B60T8/172 B60T8/1769
 ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 B60T

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

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	US 5 579 230 A (LIN WILLIAM C [US] ET AL) 26. November 1996 (1996-11-26)	1,2, 7-13, 16-18
A	Abbildung 2	3-6,14, 15
Y	DE 10 2004 040757 A1 (CONTINENTAL TEVES AG & CO OHG [DE]) 28. Juli 2005 (2005-07-28)	1,2, 7-13, 16-18
A	Absatz [0011] - Absatz [0013]	
A	US 2008/071452 A1 (TAN HUALIN [US] ET AL) 20. März 2008 (2008-03-20) Absatz [0036] Abbildung 3	1,18
	----- -/--	

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" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen 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 anderen 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	Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
15. Februar 2012	28/02/2012

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	WO 02/32732 A1 (CONTINENTAL TEVES AG & CO OHG [DE]; GRONAU RALPH [DE]; SAPPOK BURKHART) 25. April 2002 (2002-04-25) Seite 8, Zeile 4 - Seite 9, Zeile 4 Zusammenfassung; Abbildung 2 -----	1,18
A	EP 0 331 131 A2 (NISSAN MOTOR [JP]) 6. September 1989 (1989-09-06) Seite 14, Zeile 51 - Seite 15, Zeile 47 -----	1,18

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2011/072109

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5579230	A	26-11-1996	KEINE

DE 102004040757	A1	28-07-2005	KEINE

US 2008071452	A1	20-03-2008	DE 102007044195 A1 US 2008071452 A1

WO 0232732	A1	25-04-2002	EP 1328427 A1 JP 4109542 B2 JP 2004511392 A US 2004059492 A1 WO 0232732 A1

EP 0331131	A2	06-09-1989	DE 68920456 D1 DE 68920456 T2 EP 0331131 A2 JP 1218954 A JP 2977037 B2 US 4974163 A
