(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. Juni 2005 (23.06.2005)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2005/056360 A1

(51) Internationale Patentklassifikation[7]: B60T 8/88, 8/00, G01P 21/00, B60G 17/015, B60R 21/01

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2004/052707

(22) Internationales Anmeldedatum:
28. Oktober 2004 (28.10.2004)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
103 58 337.8 12. Dezember 2003 (12.12.2003) DE

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US)*: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT** [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder *(nur für US)*: **FIEDLER, Jens** [DE/DE]; Haidauer Str. 5, 93107 Thalmassing (DE). **MAYER, Andreas** [DE/DE]; Stolzenbergstr. 11, 93049 Regensburg (DE). **SCHWEIGER, Thomas** [DE/DE]; Kiefenholz 34, 93086 Wörth (DE). **STRATESTEFFEN, Martin** [DE/DE]; Grünbeckstr. 10, 93049 Regensburg (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT**; Postfach 22 16 34, 80506 München (DE).

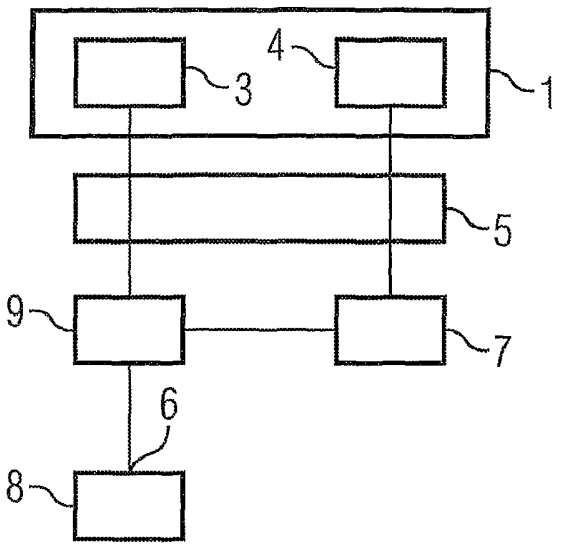
(81) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart)*: AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart)*: ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD AND ARRANGEMENT FOR MONITORING A MEASURING DEVICE LOCATED IN A WHEELED VEHICLE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND ANORDNUNG ZUR ÜBERWACHUNG EINER IN EINEM RADFAHRZEUG ANGEORDNETEN MESSEINRICHTUNG



(57) Abstract: The invention relates to the monitoring of a measuring device (1) located in a wheeled vehicle. Said measuring device (1) is configured so as to measure three linear accelerations (in unit 3) of the wheeled vehicle, which extend perpendicular to each other, respectively, as well as three rotational speeds (in unit 4) and one respective rotational movement or a component of a rotational movement about an axis of the wheeled vehicle, the thee axes running perpendicular to each other, respectively. At least components of an orientation of the wheeled vehicle in a vehicle-external coordinate system are determined (in unit 7) from the three rotational speeds, and at least one of the measured linear accelerations is monitored (in unit 9) using at least the components of said orientation and a comparative variable (from unit 8).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft die Überwachung einer in einem Radfahrzeug angeordneten Messeinrichtung (1), wobei die Messeinrichtung (1) ausgestaltet ist, drei jeweils quer zueinander gerichtete Linearbeschleunigungen (in Einheit 3) des Radfahrzeuges und drei Drehraten (in Einheit 4), jeweils einer Drehbewegung oder einer Komponente einer Drehbewegung um eine Achse des Radfahrzeuges, zu messen, wobei die drei Achsen jeweils quer zueinander verlaufen und wobei - aus den drei Drehraten zumindest Komponenten einer Orientierung des Radfahrzeuges in einem fahrzeugexternen Koordinatensystem bestimmt werden (in Einheit 7) und - unter Verwendung zumindest der Komponenten der Orientierung und unter Verwendung einer Vergleichsgrösse (aus Einheit 8) eine Überwachung zumindest einer der gemessenen Linearbeschleunigungen durchgeführt wird (in Einheit 9).

WO 2005/056360 A1

ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Veröffentlicht:

— *mit internationalem Recherchenbericht*

Beschreibung

Verfahren und Anordnung zur Überwachung einer in einem Radfahrzeug angeordneten Messeinrichtung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Anordnung zur Überwachung einer in einem Radfahrzeug angeordneten Messeinrichtung.

Messeinrichtungen, die beispielsweise Beschleunigungssensoren und Drehratensensoren aufweisen, liefern Eingangsgrößen für elektronische Systeme moderner Radfahrzeuge (Straßenkraftfahrzeuge, geländegängige Radfahrzeuge und andere spurungebundene Radfahrzeuge). Solche elektronischen Systeme sind z. B. ein Antiblockiersystem (ABS), ein elektronisches Stabilitätsprogramm (ESP), ein Navigationssystem, Adaptive Cruise Control (ACC), ein Schutzsystem gegen ein Überschlagen des Fahrzeugs (roll-over-protection), Systeme zur Stabilisierung von Wankbewegungen in Personen- und Nutzkraftfahrzeugen sowie in Anhängern, ein Steuerungssystem zur Steuerung von Airbags, Hill-Holder-Systeme, Scheinwerfer-Richtungssteuerung (Light-Angle-Control), Lenksysteme mit Kraftunterstützung, Steuerungssysteme zur Steuerung von Federung und/oder Dämpfung des Fahrzeugs, Systeme zur Steuerung der Kraftübertragung im Antriebsstrang des Fahrzeugs, Motor-Steuerungssysteme, Anzeigesysteme zum Anzeigen eines Füllstandes von Treibstoff und anderen Flüssigkeiten, Systeme zur Detektion eines Beladungszustandes des Fahrzeuges und/oder falscher Reifendrücke, Türverriegelungssysteme, Diebstahlsicherungssysteme, Systeme zur Steuerung aerodynamischer Eigenschaften des Fahrzeuges, Unfalldaten-Speichersysteme und Erkennungs- und/oder Warnsysteme zur Anzeige und/oder Warnung bei starken Neigungswinkeln eines geländegängigen Fahrzeuges. Die Erfindung betrifft insbesondere eine Kombination der Messeinrichtung mit zumindest einem dieser Systeme oder mit einer beliebigen Kombination der genannten Systeme.

Insbesondere Beschleunigungssensoren liefern für die genannten Systeme wesentliche Informationen. In vielen Fällen wird die tatsächliche (wirkliche) Längs -und/oder Querbeschleunigung des Fahrzeuges benötigt. Beschleunigungssensoren messen dagegen abhängig von der Orientierung des Fahrzeuges eine aufgrund der Erdanziehungskraft verfälschte Messgröße.

Die DE 196 03 430 A1 beschreibt eine Schaltungsanordnung zum Ermitteln von Achslasten bei einem Kraftfahrzeug mit Daten, die von Sensoren geliefert werden, und mit einer die Sensordaten verarbeitenden Auswerteschaltung. Bei einem Ausführungsbeispiel der Schaltungsanordnung wird im Rahmen eines in einem Steuerrechner abzuarbeitenden Programms ein Beschleunigungssignal um die Erdanziehungskomponente korrigiert. Dabei wird eine von einem Geländesteigungssensor gemessene Geländesteigung verwendet.

Aus der DE 198 44 913 A1 ist eine Vorrichtung zur Überwachung eines in einem Fahrzeug angeordneten Querbeschleunigungssensors bekannt, mit dem eine erste Querbeschleunigungsgröße erfasst wird. Mit Hilfe von Bestimmungsmitteln wird eine zweite Querbeschleunigungsgröße direkt in Abhängigkeit von Radgeschwindigkeitsgrößen, die mit entsprechenden Erfassungsmitteln erfasst werden, bestimmt. In Überwachungsmitteln wird zur Überwachung des Querbeschleunigungssensors ein Vergleich der gefilterten Querbeschleunigungsgröße mit der zweiten Querbeschleunigungsgröße durchgeführt.

In dieser Beschreibung wird die um die Erdanziehungskraft verfälschte Beschleunigungsgröße als effektive Beschleunigungsgröße bezeichnet. Im Stillstand des Fahrzeuges misst der Beschleunigungssensor lediglich die Auswirkungen der Erdanziehungskraft. Die wirkliche Beschleunigung kommt in der gemessenen Größe daher nicht vor. Bei Fahrten auf geneigter Fahrbahn (in Längs- und/oder Querrichtung geneigt) wird jedoch die benötigte wirkliche Beschleunigung nicht direkt ge-

messen. Es stehen daher fehlerbehaftete Messgrößen am Ausgang eines Beschleunigungssensors zur Verfügung. Dies ist umso nachteiliger, als gerade auf geneigter Fahrbahn sicherheitskritische Fahrsituationen auftreten können, in denen die mit der wirklichen Beschleunigung zu versorgenden Systeme zuverlässig funktionieren müssen. Ähnliche fehlerbehaftete Messgrößen liefern Beschleunigungssensoren, die in einem Fahrzeugaufbau angeordnet sind, der sich während der Fahrt z. B. während einer Beschleunigungsphase des Fahrzeugs gegenüber dem Fahrwerk neigt (seitliche Wankbewegung und/oder Nickbewegung in Längsrichtung des Fahrzeuges). Ein Wankwinkel von fünf Grad führt bereits zu einem Fehler von annähernd 1 m/s^2 in der Querbeschleunigung des Fahrzeuges.

Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Anordnung und ein Verfahren der eingangs genannten Art anzugeben, mit der zuverlässige Messwerte der Fahrzeugbewegung bereitgestellt werden können.

Es wird folgendes vorgeschlagen: Eine Anordnung zur Überwachung einer in einem Radfahrzeug angeordneten Messeinrichtung, mit

- der Messeinrichtung, wobei die Messeinrichtung ausgestaltet ist, drei jeweils quer zueinander gerichtete Linearbeschleunigungen des Radfahrzeuges und drei Drehraten, jeweils einer Drehbewegung oder einer Komponente einer Drehbewegung um eine Achse des Radfahrzeuges, zu messen, wobei die drei Achsen jeweils quer zueinander verlaufen,
- einer Orientierungs-Bestimmungseinrichtung, die ausgestaltet ist, aus den drei Drehraten eine Orientierung des Radfahrzeuges in einem fahrzeugexternen Koordinatensystem zu bestimmen, und
- einer Überwachungseinrichtung, die ausgestaltet ist, unter Verwendung einer Ausgangsgröße der Orientierungs-Bestimmungseinrichtung und unter Verwendung einer Vergleichsgröße eine Überwachung zumindest einer der gemessenen Linearbeschleunigungen durchzuführen.

Ferner wird folgendes Verfahren zur Überwachung einer in einem Radfahrzeug angeordneten Messeinrichtung vorgeschlagen, wobei die Messeinrichtung ausgestaltet ist, drei jeweils quer zueinander gerichtete Linearbeschleunigungen des Radfahrzeuges und drei Drehraten, jeweils einer Drehbewegung oder einer Komponente einer Drehbewegung um eine Achse des Radfahrzeuges, zu messen und wobei die drei Achsen jeweils quer zueinander verlaufen:

- Aus den drei Drehraten werden zumindest Komponenten einer Orientierung des Radfahrzeuges in einem fahrzeugexternen Koordinatensystem bestimmt und
- unter Verwendung zumindest der Komponenten der Orientierung und unter Verwendung einer Vergleichsgröße wird eine Überwachung zumindest einer der gemessenen Linearbeschleunigungen durchgeführt.

Gemäß der Erfindung wird eine Messeinrichtung überwacht, die drei nicht redundante Drehraten und drei nicht redundante Linearbeschleunigungen misst. Die Messeinrichtung kann z. B. für jede Messgröße einen separaten Sensor aufweisen. Es gibt jedoch auch Sensoren, die gleichzeitig zwei der genannten Messgrößen messen. In jedem Fall liefert die Messeinrichtung die für eine Bereitstellung zuverlässiger Messwerte erforderlichen Messgrößen. Durch die Bestimmung der Orientierung des Fahrzeuges, die insbesondere durch die genannte Orientierungs-Bestimmungseinrichtung aus den drei Drehraten durchgeführt wird, können die effektiven Beschleunigungswerte in die wirklichen Beschleunigungswerte umgerechnet werden.

Außerdem findet eine Überwachung zumindest einer der gemessenen Linearbeschleunigungen unter Verwendung einer Ausgangsgröße der Orientierungs-Bestimmungseinrichtung und unter Verwendung einer Vergleichsgröße statt. Mit anderen Worten: Zumindest eine Komponente der bestimmten Orientierung, die aus den Drehraten ermittelt wurde, wird zusammen mit der Vergleichsgröße zur Überwachung zumindest einer der Linearbe-

schleunigungen verwendet. Wird bei der Überwachung festgestellt, dass die Linearbeschleunigung z. B. aufgrund eines Sensorfehlers nicht zuverlässig ist, kann eine geeignete Maßnahme ergriffen werden. Beispielsweise kann entschieden werden, ob die gemessene Linearbeschleunigung noch zur Weiterleitung an die genannten Systeme geeignet ist/oder ob die Vergleichsgröße verwendet werden kann. Insbesondere kann ein System, das die Linearbeschleunigung als Eingangsgröße benötigt, darüber informiert werden, dass die Linearbeschleunigung möglicherweise fehlerhaft ist, oder das System kann zumindest vorübergehend abgeschaltet werden.

Insbesondere erlaubt es die erfindungsgemäße Kombination, sowohl Neigungen in Längsrichtung des Fahrzeuges als auch in Querrichtung des Fahrzeuges zu bestimmen und die daraus ermittelten Informationen zur Überwachung und/oder zur Bestimmung der wirklichen Linearbeschleunigung zu verwenden.

Insbesondere wird die Fahrgeschwindigkeit des Radfahrzeuges bestimmt und wird die Vergleichsgröße unter Berücksichtigung der Fahrgeschwindigkeit ermittelt. Besonders gut eignen sich hierfür Informationen über die Drehgeschwindigkeit zumindest eines Rades des Radfahrzeuges, insbesondere die Drehzahlen von nicht angetriebenen Rädern des Fahrzeuges. Auf der Raddrehung beruhende Informationen erlauben auch bei stark geneigter Fahrbahn bzw. Untergrund eine zuverlässige Bestimmung der Fahrgeschwindigkeit. Die Fahrgeschwindigkeit kann jedoch alternativ oder zusätzlich auf andere Weise bestimmt werden.

Die Messeinrichtung kann insbesondere für jeden der Sensoren zur Bestimmung zumindest einer Drehrate oder einer Linearbeschleunigung einen Controller (z. B. in einem ASIC) aufweisen, der eine Ausgabe der Messsignale in analoger und/oder digitaler Form steuert. Weiterhin kann der Controller eine erste Überprüfung der Signale des Sensors dadurch durchführen, dass er durch Übertragung von Testsignalen zu dem Sensor die Erzeugung von Sensorsignalen anregt, die Sensorsignale

auswertet und durch die Auswertung die Sensorsignale überprüft.

Es wird außerdem eine Recheneinrichtung vorgeschlagen, die insbesondere in einer gemeinsamen bautechnischen Einheit zusammen mit der Messeinrichtung angeordnet ist. Die Recheneinrichtung bereitet die Signale der Sensoren der Messeinrichtung auf (filtert die Signale insbesondere in einem ersten Filterprozess) und führt eine Plausibilitätsprüfung der Signale durch. Bei der Plausibilitätsprüfung werden die Messgrößen beispielsweise nach der Zeit abgeleitet. Die Messgrößen und/oder ihre Ableitungen können dann mit Grenzwerten verglichen werden, wobei die Grenzwerte insbesondere von der Fahrsituation des Fahrzeugs abhängig sein können. Ferner können die zuvor beschriebenen Controller die Recheneinrichtung überwachen und umgekehrt. Weiterhin wird die zuvor beschriebene Überwachung der Messeinrichtung, auf die noch näher eingegangen wird, insbesondere von der Recheneinrichtung durchgeführt. Dabei können Signale von Einrichtungen verwendet werden, die nicht Teil der Messeinrichtung sind. Insbesondere werden auf diese Weise Referenzwerte für alle von der Messeinrichtung gemessenen Drehraten und Linearbeschleunigungen ermittelt und zur Überwachung der Messwerte verwendet. Auch hierauf wird noch näher eingegangen. Bevorzugtermaßen werden die so überwachten Messwerte als Eingangsgrößen für die Berechnung weiterer Größen verwendet, z. B. von Größen wie Höhenstände bzw. Federwege von Rädern des Fahrzeuges gegenüber einem Fahrzeugaufbau, Achslasten und/oder Radlasten. Die Recheneinrichtung weist in diesem Fall eine Schnittstelle auf, über die die berechneten Werte der weiteren Größen an andere Einrichtungen und/oder Systeme übertragen werden können.

Weiterhin kann alternativ oder zusätzlich zu der Überwachung der zumindest einen Linearbeschleunigung zumindest eine der von der Messeinrichtung gemessenen Drehraten überwacht werden. Ein entsprechender Referenzwert oder Vergleichswert kann beispielsweise aus den von der Messeinrichtung gemessenen Be-

schleunigungswerten und zumindest einer zusätzlichen Größe ermittelt werden, wobei die zusätzliche Größe nicht aus Messwerten der Messeinrichtung ermittelt wird.

Beispielsweise kann:

- ein Referenzwert für die von der Messeinrichtung gemessene Giergeschwindigkeit aus der von der Messeinrichtung gemessenen Querbeschleunigung ermittelt werden und umgekehrt. Dabei wird zumindest der Lenkradwinkel oder der Lenkwinkel zumindest eines lenkbaren Rades verwendet;
- ein Referenzwert für die von der Messeinrichtung gemessene Giergeschwindigkeit aus der von der Messeinrichtung gemessenen Querbeschleunigung ermittelt werden und umgekehrt. Dabei wird zumindest die Fahrgeschwindigkeit in Längsrichtung des Fahrzeuges verwendet;
- ein Referenzwert für die von der Messeinrichtung gemessene Giergeschwindigkeit unter Verwendung des Lenkradwinkels oder des Lenkwinkels eines lenkbaren Rades und unter Verwendung der Fahrgeschwindigkeit in Längsrichtung des Fahrzeuges ermittelt werden;
- ein Referenzwert für die Längsbeschleunigung (Beschleunigung in Längsrichtung des Fahrzeuges) aus der Längsgeschwindigkeit ermittelt werden, wobei ein Korrekturterm verwendet wird, der unter Verwendung der Giergeschwindigkeit berechnet wird;
- ein Referenzwert für die Giergeschwindigkeit aus zumindest einer Drehzahl eines Rades des Fahrzeuges ermittelt werden. Dabei kann optional der Lenkradwinkel oder der Lenkwinkel zumindest eines lenkbaren Rades verwendet werden;
- ein Referenzwert für die Wankgeschwindigkeit aus der Querbeschleunigung unter zusätzlicher Verwendung der Fahrzeuglängsgeschwindigkeit und der Giergeschwindigkeit ermittelt werden;
- ein Referenzwert für die Nickgeschwindigkeit aus der Längsbeschleunigung unter zusätzlicher Verwendung der

Fahrzeuglängsgeschwindigkeit und der Giergeschwindigkeit ermittelt werden;

- ein Referenzwert für die Wankgeschwindigkeit aus der Querbeschleunigung unter Verwendung eines Fahrzeugmodells berechnet werden, das die Relativbewegung von einem Fahrzeugaufbau und einem Fahrgestell näherungsweise beschreibt;
- ein Referenzwert für die Nickgeschwindigkeit aus der Längsbeschleunigung unter Verwendung eines Fahrzeugmodells berechnet werden, das die Relativbewegung von einem Fahrzeugaufbau und einem Fahrgestell näherungsweise beschreibt; und/oder
- Referenzwerte für die Vertikalbeschleunigung, die Wankgeschwindigkeit und die Nickgeschwindigkeit unter Verwendung von Signalen von Höhenstandssensoren an Rädern des Fahrzeuges ermittelt werden.

Bei entsprechenden Weiterbildungen der vorgeschlagenen Anordnung weist diese eine Fahrgeschwindigkeits-Bestimmungseinrichtung zur Bestimmung einer Fahrgeschwindigkeit des Radfahrzeuges auf, die mit der Überwachungseinrichtung verbunden ist, wobei die Überwachungseinrichtung ausgestaltet ist, die Vergleichsgröße unter Verwendung der Fahrgeschwindigkeit zu ermitteln. Insbesondere ist die Fahrgeschwindigkeits-Bestimmungseinrichtung ausgestaltet, die Fahrgeschwindigkeit unter Verwendung einer für eine Drehgeschwindigkeit eines Rades des Radfahrzeuges charakteristischen Größe zu bestimmen. Auch kann die Fahrgeschwindigkeits-Bestimmungseinrichtung mit einer Lenkwinkel-Bestimmungseinrichtung zur Bestimmung eines Lenkwinkels zumindest eines lenkbaren Rades des Radfahrzeuges verbunden sein, wobei die Fahrgeschwindigkeits-Bestimmungseinrichtung ausgestaltet ist, die Fahrgeschwindigkeit unter Verwendung des Lenkwinkels zu bestimmen. Weiterhin kann die Fahrgeschwindigkeits-Bestimmungseinrichtung mit der Messeinrichtung verbunden sein und derart ausgestaltet sein, dass die

Fahrgeschwindigkeit unter Verwendung zumindest einer der drei Drehraten bestimmt wird.

Vorzugsweise weist die Messeinrichtung Beschleunigungssensoren zur Messung der drei Linearbeschleunigungen und Drehratensensoren zur Messung der drei Drehraten auf, wobei die Beschleunigungssensoren und die Drehratensensoren Teile einer vorgefertigten, zum Einbau in das Radfahrzeug ausgestalteten gerätetechnischen Einheit sind. Es handelt sich bei dieser Einheit um eine spezielle Ausführungsform einer IMU (Inertial Measurement Unit).

Weiterhin wird bevorzugt, dass die drei Linearbeschleunigungen von der Messeinrichtung als drei linear voneinander unabhängige Messgrößen messbar sind. Vorzugsweise bilden die Richtungen der jeweils von den Beschleunigungssensoren erfassten Beschleunigungen bzw. Beschleunigungskomponenten die Achsen eines dreidimensionalen rechtwinkligen Koordinatensystems. Insbesondere kann die Messeinrichtung derart ausgestaltet sein, dass zumindest die für die Messung der drei Linearbeschleunigungen verwendeten Sensoren nicht redundante Messgrößen liefern.

Entsprechendes wird für die Ausrichtung der drei Achsen bevorzugt, um die Drehbewegungen ausgeführt werden, deren Drehraten die Messeinrichtung misst. Mit anderen Worten: Die Messeinrichtung ist derart ausgestaltet, dass die drei Achsen jeweils paarweise senkrecht zueinander verlaufen.

Insbesondere kann die Überwachung der zumindest einen gemessenen Linearbeschleunigung unter Verwendung der Orientierung und unter Verwendung einer Vergleichsbeschleunigung durchgeführt werden. Dabei wird die Vergleichsbeschleunigung ohne Verwendung der von der Messeinrichtung gemessenen, zu überwachenden Linearbeschleunigung ermittelt. Es ist jedoch auch möglich, die zu überwachende Linearbeschleunigung in eine an-

dere Größe umzurechnen und mit einer entsprechenden Vergleichsgröße zu vergleichen.

Insbesondere kann die Vergleichsgröße unter Verwendung einer relativen Position eines Fahrzeugaufbaus, an dem die Messeinrichtung befestigt ist oder zu befestigen ist, und eines Fahrwerks ermittelt werden. Die relative Position des Fahrzeugaufbaus und des Fahrwerks wird beispielsweise mit sogenannten Höhenstandssensoren gemessen, die den momentanen Höhenstand des Fahrzeugaufbaus über einem bezüglich eines Rades festliegenden Bezugspunkt messen. Der Höhenstand entspricht dem momentanen Federweg bei einer gefederten Aufhängung des Fahrzeugaufbaus.

Die Orientierungs-Bestimmungseinrichtung bestimmt die Orientierung des Fahrzeuges insbesondere durch Integration eines Gleichungssystems mit drei Gleichungen. Hierauf wird noch näher eingegangen. Auch kann die Orientierungsbestimmung durch Quaternionen erfolgen (siehe z. B. WO 01/57474 A1). Für die Integration kann lediglich die Veränderung der Position gegenüber einer Bezugsposition ermittelt werden. Daher wird vorgeschlagen, dass die Orientierungs-Bestimmungseinrichtung einen Stillstand des Radfahrzeuges detektiert und bei dem Stillstand unter Verwendung zumindest einer der von der Messeinrichtung gemessenen Linearbeschleunigungen Werte für eine insbesondere zukünftige Ermittlung der Orientierung bestimmt. Dabei ist es möglich, unter Verwendung der gemessenen effektiven Beschleunigung in Quer- und Längsrichtung des Fahrzeuges den Wankwinkel und den Nickwinkel absolut zu bestimmen und somit die Position relativ zu dem Koordinatensystem der Erde festzulegen. Der Gierwinkel (Winkel um die Vertikale) wird bei Fahrzeugstillstand beispielsweise auf Null gesetzt.

Weiterhin wird als Alternative oder zusätzliche Möglichkeit vorgeschlagen, eine Geradeausfahrt des Radfahrzeuges auf einem ebenen Untergrund zu detektieren und in dieser Fahrsituation unter Verwendung zumindest einer der von der Messein-

richtung gemessenen Linearbeschleunigungen Werte für eine insbesondere zukünftige Ermittlung der Orientierung zu bestimmen. Mit anderen Worten: es ist auch bei Geradeausfahrt auf ebenem Untergrund ein Abgleich des Wankwinkels und des Nickwinkels möglich.

Weiterhin wird als zusätzliche Möglichkeit vorgeschlagen, insbesondere in Fahrsituationen, in denen das Fahrzeug als stabil rollend (d. h. frei von Wank- und/oder Nickbewegungen) erkannt werden kann, Werte aus mindestens einer der gemessenen Beschleunigungskomponenten zu bestimmen, um damit in einem kurzen Zeitintervall (beispielsweise mit einer Länge von wenigen Zehntelsekunden bis wenigen Sekunden, z. B. 2 Sekunden) einen Abgleich der Wank- bzw. der Nickwinkelbestimmung aus den Drehratensignalen durchzuführen. Diese Möglichkeit kann insbesondere dann genutzt werden, wenn das Fahrzeug über einen längeren Zeitraum nicht zum Stillstand kommt oder nicht auf ebenem Untergrund geradeaus fährt.

Die Erfindung wird nun anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert. Dabei wird Bezug auf die beigefügte schematische Zeichnung genommen und eine bevorzugte Ausführungsform beschrieben. Gleiche Bezugszeichen in der Zeichnung bezeichnen gleiche, funktionsgleiche oder äquivalente Einheiten oder Einrichtungen. Die einzelnen Figuren der Zeichnung zeigen:

Fig. 1 eine Anordnung zur Überwachung einer in einem Radfahrzeug angeordneten Messeinrichtung,

Fig. 2 ein Beispiel für eine Vergleichsgrößeneinrichtung, die gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung Teil der Fig. 1 dargestellten Anordnung sein kann,

Fig. 3 ein Beispiel gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung für eine Kombination der in Fig. 2 dargestellten Vergleichsgrößeneinrichtung mit Sensoren oder Einrichtungen zum Liefern von Informationen an die Vergleichsgrößeneinrichtung,

Fig. 4 ein Beispiel gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung für eine Kombination der in Fig. 1 dargestellten Orientierungs-Bestimmungseinrichtung mit weiteren Einrichtungen, um in bestimmten Fahrsituationen Ausgangswerte für die Orientierung des Fahrzeuges zu bestimmen,

Fig. 5 ein Beispiel gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung für eine Ausgestaltung der in Fig. 1 dargestellten Überwachungseinrichtung mit weiteren damit verbundenen Einrichtungen,

Fig. 6 eine Darstellung eines Straßenkraftfahrzeuges zur Erläuterung von Abmessungen und Winkeln und

Fig. 7 ein Beispiel für eine Ausgestaltung der in Fig. 1 dargestellten Messeinrichtung.

Die in Fig. 1 dargestellte Anordnung weist eine Messeinrichtung 1, eine Filtereinrichtung 5, eine Orientierungs-Bestimmungseinrichtung 7, eine Vergleichsgrößeneinrichtung 8 und eine Überwachungseinrichtung 9 auf. Die Messeinrichtung 1 weist wiederum eine Beschleunigungs-Messeinrichtung 3 und eine Drehraten-Messeinrichtung 4 auf. Die Messeinrichtung 1 ist insbesondere eine vorgefertigte bauliche Einheit, wobei die entsprechenden Messsensoren zur Messung der Beschleunigungen und Drehraten relativ zueinander positionsfest in der Einheit angeordnet sind. Anders als in Fig. 1 dargestellt kann die bautechnische Einheit weitere der in dieser Beschreibung genannten Einrichtungen und Einheiten aufweisen, insbesondere die Filtereinrichtung 5, die Orientierungs-Bestimmungseinrichtung 7 und/oder die Überwachungseinrichtung 9. Die bautechnische Einheit ist vorzugsweise dazu bestimmt, an oder in der Nähe des Schwerpunktes eines Kraftfahrzeuges befestigt zu werden, wobei eine bestimmte Ausrichtung in dem Kraftfahrzeug angestrebt wird.

Insbesondere weist die Beschleunigungs-Messeinrichtung 3 drei Linear-Beschleunigungssensoren 31, 32, 33 auf (Fig. 7), die derart angeordnet sind, dass jeweils einer der Beschleuni-

gungssensoren eine Beschleunigung oder Beschleunigungskomponente des Fahrzeuges in Richtung der Achsen eines kartesischen Koordinatensystems misst, wobei die x-Achse nach vorne in Längsrichtung des Fahrzeuges weist, die y-Achse quer zur Längsachse gerichtet ist und die z-Achse (bei horizontal ausgerichtetem Fahrzeug) senkrecht nach oben weist. Ein derartiges Koordinatensystem ist schematisch in Fig. 6 dargestellt. Diese Figur zeigt ein Straßenkraftfahrzeug 20 mit zwei lenkbaren Vorderrädern 21, 22 und zwei nicht lenkbaren Hinterrädern 23, 24. Die Vorderräder sind in dem dargestellten Zustand nach links eingeschlagen und weisen gegen die x-Achse einen Lenkwinkel von δ_L (linkes Vorderrad 21) bzw. δ_R (rechtes Vorderrad 22) auf. Die Vorderräder 21, 22 haben einen Abstand s_F, die Hinterräder 23, 24 einen Abstand s_R voneinander. r_R bezeichnet den Radius der Hinterräder 23, 24. In Längsrichtung etwa in der Mitte eines Fahrzeugaufbaus 25 ist die Messeinrichtung 1 angeordnet. Sie hat in Längsrichtung einen Abstand l_F von der Achse der Vorderräder 21, 22 und einen Abstand l_R von der Achse der Hinterräder 23, 24.

Die Erfindung ist nicht auf Radfahrzeuge mit Vorderradlenkung beschränkt. Vielmehr können z. B. zusätzlich auch die Hinterräder lenkbar sein.

Wieder unter Bezugnahme auf Fig. 1 ist die Beschleunigungs-Messeinrichtung 3 über die Filtereinrichtung 5 mit der Überwachungseinrichtung 9 verbunden. Die Drehraten-Messeinrichtung 4 ist über die Filtereinrichtung 5 mit der Orientierungs-Bestimmungseinrichtung 7 verbunden, die wiederum mit der Überwachungseinrichtung 9 verbunden ist. Außerdem ist die Vergleichsgrößeneinrichtung 8 mit der Überwachungseinrichtung 9 verbunden.

Die in Fig. 1 dargestellte Filtereinrichtung 5 steht stellvertretend für weitere Filtereinrichtungen, die zusätzlich bei den in Fig. 1 bis Fig. 5 dargestellten Anordnungen oder bei abgewandelten Anordnungen vorgesehen sein können. Die von

den Filtereinrichtungen durchgeführte Filterung von Messsignalen und/oder daraus abgeleiteten Signalen dient insbesondere der Eliminierung von etwaig vorhandenem Rauschen und der Eliminierung von hochfrequenten Schwankungen der Messsignale, beispielsweise auf Grund von Vibrationen des Fahrzeugaufbaus. Die Filtereinrichtungen können insbesondere zumindest ein Tiefpassfilter und/oder zumindest ein Bandpassfilter aufweisen.

Die in Fig. 1 dargestellte Filtereinrichtung 5 filtert die von den Beschleunigungs-Messsensoren der Beschleunigungs-Messeinrichtung 3 gemessenen Beschleunigungssignale und die von den Drehraten-Messsensoren der Drehraten-Messeinrichtung 4 gemessenen Drehratensignale, bevor diese zu der Überwachungseinrichtung 9 bzw. zu der Orientierungs-Bestimmungseinrichtung 7 übertragen werden. Unter Verwendung einer über einen Ausgang 6 der Vergleichsgrößeneinrichtung 8 empfangenen Vergleichsgröße führt die Überwachungseinrichtung 9 eine Überwachung zumindest einer der drei gemessenen Beschleunigungsgrößen von der Beschleunigungs-Messeinrichtung 3 durch. Dabei verwendet die Überwachungseinrichtung 9, wie noch näher an einem Ausführungsbeispiel beschrieben wird, zumindest zwei Winkel (den Wankwinkel und den Nickwinkel des Fahrzeugs), die (neben dem Gierwinkel) ein Maß für die Orientierung des Fahrzeugs in einem erdfesten Koordinatensystem sind.

Wie Fig. 2 zeigt, kann die Vergleichsgrößeneinrichtung 8 eine Fahrgeschwindigkeits-Bestimmungseinrichtung 11 aufweisen, die mit einer Informationseinrichtung 15 und mit der Überwachungseinrichtung 9 verbunden ist. Von der Informationseinrichtung 15 empfängt die Fahrgeschwindigkeits-Bestimmungseinrichtung 11 Informationen wie zumindest einen Lenkwinkel eines lenkbaren Rades und Raddrehzahlen, insbesondere der nicht angetriebenen Räder des Fahrzeuges. Sie berechnet daraus die momentane Fahrgeschwindigkeit und übermittelt entsprechende Signale über den Ausgang 6 an die Überwa-

chungseinrichtung 9. Die von der Informationseinrichtung 15 zu der Fahrgeschwindigkeits-Bestimmungseinrichtung 11 übertragenen Informationen können jedoch auch anderer Art sein und z. B. an Stelle der Raddrehzahlen Informationen über eine auf andere Weise ermittelte Fahrgeschwindigkeit des Fahrzeuges enthalten. Stehen neben den Raddrehzahlen und dem Lenkwinkel Informationen über Antriebsmomente und/oder Bremsmomente (und/oder äquivalente Größen, z. B. Bremskräfte) zur Verfügung, kann eine Schlupfkorrektur durchgeführt werden. Die auf Basis der Raddrehzahlen bestimmte Fahrgeschwindigkeit kann in diesem Fall auch beim Auftreten eines Schlupfes zwischen den Rädern und dem Untergrund des Fahrzeuges verwendet werden.

Fig. 3 zeigt eine dem Fall von Fig. 2 entsprechende Anordnung, bei der die Informationseinrichtung 15 durch eine Drehgeschwindigkeits-Ermittlungseinrichtung 17 zur Ermittlung der Drehgeschwindigkeit zumindest eines Rades des Fahrzeuges und durch eine Lenkwinkel-Ermittlungseinrichtung 18 zur Ermittlung eines Lenkwinkels zumindest eines lenkbaren Rades ausgestaltet ist. Außerdem ist die Fahrgeschwindigkeits-Bestimmungseinrichtung 11 über die Filtereinrichtung 5 mit der Drehraten-Messeinrichtung 4 verbunden und empfängt von dieser Informationen über mindestens eine der drei Drehraten (insbesondere die Gierrate) und berechnet unter Verwendung der zumindest einen Drehrate die Fahrgeschwindigkeit.

Die Anordnung gemäß Fig. 4 dient der Ermittlung von Startwerten für die Bestimmung der Fahrzeugorientierung in der Orientierungs-Bestimmungseinrichtung 7. Die Beschleunigungs-Messeinrichtung 3 und die Drehraten-Messeinrichtung 4 sind über die Filtereinrichtung 5 mit der Orientierungs-Bestimmungseinrichtung 7 verbunden. Weiterhin ist die Orientierungs-Bestimmungseinrichtung 7 mit der Fahrgeschwindigkeits-Bestimmungseinrichtung 11 und der Informationseinrichtung 15 verbunden.

Wenn die Orientierungs-Bestimmungseinrichtung 7 feststellt, dass die Fahrgeschwindigkeit Null ist, ermittelt sie, wie anhand eines Beispiels noch näher beschrieben wird, die Orientierung des Fahrzeuges und bestimmt daraus Startwerte für eine zukünftige Berechnung der Orientierung während der Fahrt des Fahrzeuges. Alternativ oder zusätzlich kann die in Fig. 4 gezeigte Anordnung zur Bestimmung der Startwerte während einer Geradeausfahrt bei konstanter Fahrgeschwindigkeit auf ebenem Untergrund eingesetzt werden.

Einen möglichen Aufbau der Überwachungseinrichtung 9 zeigt Fig. 5. Demgemäss weist die Überwachungseinrichtung 9 eine Beschleunigungs-Ermittlungseinrichtung 13, eine damit verbundene Orientierungs-Korrektureinrichtung 14 und eine Vergleichseinrichtung 12 auf, die ebenfalls mit der Orientierungs-Korrektureinrichtung 14 verbunden ist. Die Beschleunigungs-Ermittlungseinrichtung 13 ist mit der Fahrgeschwindigkeits-Bestimmungseinrichtung 11 verbunden. Die Orientierungs-Korrektureinrichtung 14 ist mit der Orientierungs-Bestimmungseinrichtung 7 verbunden. Die Vergleichseinrichtung 12 ist über die Filtereinrichtung 5 mit der Beschleunigungs-Messeinrichtung 3 verbunden.

Bei einer bestimmten Ausführungsform der in Fig. 5 dargestellten Anordnung ist die Beschleunigungs-Ermittlungseinrichtung 13 über die Filtereinrichtung 5 mit der Drehraten-Messeinrichtung 4 verbunden, um bei der Berechnung der Fahrzeug-Beschleunigung in Längsrichtung und in Querrichtung die gemessene Gierrate verwenden zu können. Es ist jedoch auch möglich, die Gierrate auf andere Weise zu bestimmen und bei der Berechnung der Beschleunigung zu verwenden. Z. B. kann die Gierrate aus der Fahrzeuggeschwindigkeit in Längsrichtung und dem Lenkwinkel bestimmt werden.

Alternativ zu dem in Fig. 5 gezeigten Aufbau können beispielsweise die Vergleichseinrichtung 12 und die Orientierungs-Korrektureinrichtung 14 miteinander vertauscht sein.

Beim Betrieb der Überwachungseinrichtung 9 empfängt diese Fahrgeschwindigkeitswerte von der Fahrgeschwindigkeits-Bestimmungseinrichtung 11, berechnet daraus in der Beschleunigungs-Ermittlungseinrichtung 13 Beschleunigungswerte ohne Verwendung von Informationen von der Beschleunigungs-Messeinrichtung 3 oder (ggf. mit Ausnahme der Gierrate) von der Drehraten-Messeinrichtung 4 und überträgt die ermittelten Beschleunigungswerte zu der Orientierungs-Korrektureinrichtung 14. Dort werden die ermittelten wirklichen Beschleunigungswerte des Fahrzeuges in effektive Beschleunigungswerte umgerechnet, wobei zumindest Komponenten der von der Orientierungs-Bestimmungseinrichtung 7 ermittelten Fahrzeugorientierung verwendet werden. In der Vergleichseinrichtung 12 werden dann die so ermittelten Referenzwerte für die effektive Beschleunigung mit den von der Beschleunigungs-Messeinrichtung 3 gemessenen Werten verglichen.

Insbesondere wenn das Fahrzeug über einen längeren Zeitraum hinweg nicht zum Stillstand kommt und das Fahrzeug in dem Zeitraum auch nicht geradeaus auf ebenem Untergrund fährt, wird in einem kurzen Zeitintervall von z. B. 1 bis 3 Sekunden Länge, in dem erkannt wird, dass das Fahrzeug stabil (d. h. insbesondere bei guter Haftreibung der Räder) rollt, ein Abgleich der Fahrzeugorientierungsbestimmung auf folgende Weise vorgenommen: die von der Beschleunigungs-Ermittlungseinrichtung 13 ermittelten Beschleunigungswerte werden von den durch die Filtereinrichtung 5 gefilterten Messwerten der Beschleunigungs-Messeinrichtung 3 subtrahiert. Diese Differenzen werden zum Abgleich der Fahrzeugorientierung so behandelt wie die von der Filtereinrichtung 5 gefilterten Messwerte der Beschleunigungs-Messeinrichtung 3 im Falle des stehenden Fahrzeuges.

Es wird nun ein konkretes Ausführungsbeispiel für die Überwachung näher beschrieben.

Zur Bestimmung der Fahrzeugorientierung wird aus den gefilterten, von der Drehraten-Messeinrichtung gemessenen Drehraten die momentane Orientierung des Fahrzeuges berechnet und zwar durch Ermittlung des Wankwinkels (Winkel einer Drehbewegung um die x-Achse), des Nickwinkels (Winkel einer Drehbewegung um die y-Achse) und des Gierwinkels (Winkel einer Drehbewegung um die z-Achse). Der Wankwinkel, der Nickwinkel und der Gierwinkel sind insbesondere die gemäß der Deutschen Industrienorm (DIN) 70000 definierten Winkel.

Die Winkel werden insbesondere durch Integration des folgenden Gleichungssystems ermittelt:

$$\dot{\varphi} = \omega_x + \left(\omega_y \sin\varphi + \omega_z \cos\varphi\right)\tan\theta$$

$$\dot{\theta} = \omega_y \cos\varphi - \omega_z \sin\varphi$$

$$\dot{\psi} = \left(\omega_y \sin\varphi + \omega_z \cos\varphi\right)/\cos\theta$$

wobei φ der Wankwinkel ist, θ der Nickwinkel ist, ψ der Gierwinkel ist und ω die gemessene Drehrate um die im Index der jeweiligen Größe angegebene Koordinatenachse des fahrzeugeigenen Koordinatensystems ist.

Alternativ werden die Winkel beispielsweise gemäß dem oben genannten Verfahren der Quaternionen aus mehr als drei Differentialgleichungen bestimmt.

Zum Abgleich der Winkelwerte wird zunächst optional eine Konsistenzprüfung durchgeführt, bei der geprüft wird, ob die Summe der Quadrate der drei gemessenen Linearbeschleunigungen in einer definierten Bandbreite um das Quadrat der Gravitationskonstante g der Erdanziehung liegt. Für die Praxis reicht es aus, g = 9,81 m/s^2 zu setzen und eine Toleranzschwelle für eine maximale Abweichung vorzugeben. Die Toleranzschwelle hängt insbesondere von der Qualität der Signale der Beschleunigungssensoren ab. Dabei können insbesondere nach der Filte-

rung durch die Filtereinrichtung 5 nochmals gefilterte Beschleunigungssignale verwendet werden. Wird der Konsistenztest nicht bestanden, wird auf einen Fehler bei der Messung der Beschleunigungswerte geschlossen und es können entsprechende Maßnahmen ergriffen werden (z. B. Sperrung der Systeme, die zumindest einen der gemessenen Beschleunigungswerte als Eingangsgröße verwenden). Zunächst kann jedoch auch lediglich ein Fehler vermerkt werden und der Konsistenztest wiederholt werden.

Nach erfolgreichem Konsistenztest oder wenn ein Konsistenztest nicht durchgeführt wird, werden der Wankwinkel und der Nickwinkel gemäß den folgenden Beziehungen berechnet:

$$\theta = \arcsin(\langle a_x \rangle / g)$$

$$\varphi = \arctan(\langle a_y / a_z \rangle)$$

wobei $\langle ... \rangle$ einen zeitlichen Mittelwert über ein Zeitintervall bedeutet, während dem das Fahrzeug stillsteht, und wobei a_x, a_y, a_z die von der Messeinrichtung gemessenen effektiven Beschleunigungswerte in Richtung der x-Achse, y-Achse bzw. z-Achse des fahrzeugeigenen Koordinatensystems sind. Der Gierwinkel wird beispielsweise durch das Einschalten der Zündung eines Kraftfahrzeuges nach einer Betriebspause auf Null gesetzt. Er bleibt während dem Fahrzeugstillstand unverändert.

Der Fahrzeugstillstand kann beispielsweise durch eines der folgenden Kriterien oder durch Kombination der beiden folgenden Kriterien festgestellt werden:

- Alle gemessenen Drehzahlen der Räder des Fahrzeuges sind Null.
- Die auf andere Weise als durch Auswertung der Drehzahlen von Rädern ermittelte Fahrzeuggeschwindigkeit ist Null.

Zusätzlich können folgende Kriterien festgestellt werden:

- An allen angetriebenen Rädern ist das angreifende Antriebsmoment Null.
- Eine Fahrzeugbremse zum Bremsen einer Fahrbewegung des Fahrzeuges ist aktiv.

Vorzugsweise werden alle diese Kriterien gleichzeitig für die Bestimmung des Fahrzeugstillstandes herangezogen.

Weiterhin wird während der Fahrt des Fahrzeuges überprüft, ob das Fahrzeug mit konstanter Geschwindigkeit geradeaus auf ebenem Untergrund fährt. Diese Fahrsituation wird durch Prüfung der folgenden Kriterien erkannt:

- Der Lenkwinkel aller lenkbaren Räder des Fahrzeuges ist Null. Alternativ kann beispielsweise der Lenkradwinkel daraufhin geprüft werden, ob er Null ist.
- Alle drei von der Drehraten-Messeinrichtung gemessenen Drehraten sind Null.
- Der Wert der von der Beschleunigungs-Messeinrichtung gemessenen Querbeschleunigung (y-Richtung) verändert sich nicht.

Sind diese Kriterien erfüllt, werden der Wankwinkel und der Nickwinkel gemäß den zuvor angegebenen Beziehungen neu berechnet.

Die bei Fahrzeugstillstand und/oder bei der Fahrt mit konstanter Geschwindigkeit geradeaus auf ebener Fahrbahn ermittelten Werte für den Wankwinkel und den Nickwinkel werden als Startwerte für die bei der Integration des zuvor angegebenen Gleichungssystems mit drei Gleichungen verwendet. Folglich ist es möglich, den Wankwinkel und den Nickwinkel bezüglich des erdfesten Koordinatensystems anzugeben. Dies erlaubt es, die gemessenen effektiven Beschleunigungswerte in wirkliche Beschleunigungswerte umzurechnen und/oder eine entsprechende

Umrechnung für die Überwachung der gemessenen Werte durchzuführen, wie noch näher erläutert wird.

Es wird nun beschrieben, wie aus der Fahrgeschwindigkeit des Fahrzeuges (in Längsrichtung und quer zur Längsrichtung, d. h. die x-Komponente und die y-Komponente der Fahrgeschwindigkeit des fahrzeugeigenen Koordinatensystems) Referenzwerte für die gemessene Querbeschleunigung und die gemessene Längsbeschleunigung ermittelt werden können.

Hierfür gibt es unterschiedliche Möglichkeiten, die abhängig von den Eigenschaften des Fahrzeuges und von den sonstigen Voraussetzungen einzeln oder in Kombination genutzt werden können.

Wenn die Vorderräder eines Fahrzeuges nicht angetrieben sind, werden bevorzugtermaßen die Raddrehzahlen der Vorderräder gemäß den folgenden Beziehungen zur Bestimmung der Fahrzeuglängsgeschwindigkeit (Index x) und zur Bestimmung der Fahrzeugquergeschwindigkeit (Index y) herangezogen:

$$v_x = \frac{1}{2} r_F (n_{FL} \cos\delta_L + n_{FR} \cos\delta_R)$$

$$v_y = \frac{1}{2} r_F (n_{FL} \sin\delta_L + n_{FR} \sin\delta_R) - \omega_z l_F$$

wobei v die jeweilige Komponente der Fahrzeuggeschwindigkeit in x-Richtung bzw. y-Richtung ist, r_F der Radius der Vorderräder, n die jeweilige Raddrehzahl ist (wobei der erste Index F "Vorderrad", der zweite Index L "links" bedeutet und der zweite Index R "rechts" bedeutet), δ der Lenkwinkel des jeweiligen Rades ist (wobei der Index L "links" bedeutet und der Index R "rechts" bedeutet), l_F der anhand von Fig. 6 beschriebene Abstand der Messeinrichtung in x-Richtung von der Vorderachse des Fahrzeuges ist und ω_z die Gierrate des Fahrwerks ist. Die Gierrate des Fahrwerks kann beispielsweise aus folgender Beziehung berechnet werden:

$$\omega_z = \frac{r_F}{s_F}(n_{FL}\cos\delta_L - n_{FR}\cos\delta_R)$$

wobei s_F der anhand von Fig. 6 erläuterte Abstand der beiden Vorderräder ist. Optional wird der so berechnete Wert der Gierrate mit den von der Drehraten-Messeinrichtung berechneten Werten der Gierrate verglichen. Liegt die Abweichung zwischen diesen beiden Größen über einem Grenzwert, so wird entschieden, dass die Raddrehzahlen zumindest zeitweise nicht für die Berechnung der Fahrgeschwindigkeit verwendet werden können. Ein Grund hierfür ist beispielsweise ein zu großer Schlupf zwischen den Rädern und dem Untergrund. Stehen keine weiteren Möglichkeiten zur Bestimmung der Fahrgeschwindigkeit zur Verfügung, wird die Überwachung der gemessenen Beschleunigungswerte unterbrochen. Jedoch kann alternativ zu der Unterbrechung eine Schlupfkorrektur durchgeführt werden, so dass die korrigierte Fahrgeschwindigkeit verwendet werden kann.

Die Überwachung kann ebenfalls unterbrochen werden, wenn ein Antiblockiersystem (ABS) oder ein anderes System vorhanden ist, das die Haftung zumindest eines der Räder mit dem Untergrund detektieren kann. Meldet ein solches System mangelnde Haftung oder zumindest die Möglichkeit, dass die Haftung kurzzeitig unterbrochen ist, wird die aus den Raddrehzahlen gewonnene Information bei einer Ausführungsform nicht für die Überwachung verwendet. Entsprechendes kann auch für die folgende Möglichkeit der Bestimmung der Fahrgeschwindigkeit bei nicht angetriebenen Hinterrädern gelten. Die Überwachung kann jedoch fortgesetzt werden, wenn weitere Informationen zur Bestimmung der Fahrgeschwindigkeit zur Verfügung stehen. Zum Beispiel kann aus Informationen über Rad-Antriebsmomente und Bremsmomente ein Wert für die Fahrgeschwindigkeit ermittelt werden.

Sind die Hinterräder des Fahrzeuges nicht angetrieben, so werden folgende Beziehungen zur Bestimmung der Fahrgeschwindigkeit verwendet:

$$v_x = \frac{1}{2} r_R (n_{RL} + n_{RR})$$
$$v_y = \omega_z l_R$$

wobei r_R der anhand von Fig. 6 erläuterte Radius der Hinterräder ist, n die jeweilige Raddrehzahl ist (wobei der erste Index R "Hinterrad", der zweite Index L "links" bedeutet und der zweite Index R "rechts" bedeutet) und wobei l_R der anhand von Fig. 6 erläuterte Abstand der Messeinrichtung 1 in Längsrichtung von der Hinterachse des Fahrzeuges ist. Die Messeinrichtung ist am Schwerpunkt des Fahrzeuges angeordnet. Für die Gierrate des Fahrwerks wird ein Wert gemäß der folgenden Beziehung berechnet:

$$\omega_z = \frac{r_R}{s_R} (n_{RL} - n_{RR})$$

Im Übrigen kann genauso wie bei der zuvor beschriebenen Verfahrensweise zur Bestimmung der Fahrgeschwindigkeit verfahren werden.

Optional werden vorzugsweise noch Schräglaufkorrekturen gemäß einem Ein-Spur-Modell an der Fahrgeschwindigkeit vorgenommen, insbesondere wenn Informationen über die Antriebsmomente und Bremsmomente der Vorderräder verfügbar sind. Weiterhin wird für die Schräglaufkorrekturen die Gierbeschleunigung benötigt, die durch Bildung der zeitlichen Ableitung der von der Drehraten-Messeinrichtung gemessenen Gierrate bestimmt wird. Bei der Bildung der Ableitung kann eine weitere Filterung erfolgen.

Bei einer weiteren Möglichkeit, die Fahrzeuggeschwindigkeit zu bestimmen, werden keine Informationen über die Drehge-

schwindigkeit der Räder verwendet, sondern wird die Fahrzeugquergeschwindigkeit nach folgender Beziehung berechnet:

$$v_y = v_x \tan\delta - \omega_z l_F$$

wobei δ ein mittlerer Lenkwinkel (insbesondere der arithmetische Mittelwert aus dem Lenkwinkel des rechten und des linkes Vorderrades) und ω_z der von der Drehraten-Messeinrichtung gemessene Wert der Gierrate ist. Für die Beziehung wird die Fahrgeschwindigkeit v_x in Längsrichtung (x-Richtung) aus einer anderen Informationsquelle verwendet.

Aus der Längsgeschwindigkeit und der Quergeschwindigkeit des Fahrzeuges werden nun gemäß den folgenden Beziehungen die wirkliche Längsbeschleunigung und die wirkliche Querbeschleunigung des Fahrzeuges berechnet:

$$a_x = \dot{v}_x - \omega_z v_y$$

$$a_y = \dot{v}_y + \omega_z v_x$$

Dabei sind $\dot{v}_x$ und $\dot{v}_y$ die ersten zeitlichen Ableitungen der Fahrgeschwindigkeit in x-Richtung bzw. y-Richtung. Bei der Bildung der zeitlichen Ableitungen wird eine weitere Filterung durchgeführt. Für die in diesen Beziehungen vorkommenden Gierraten des Fahrwerks werden insbesondere die gefilterten Messsignale der Drehraten-Messeinrichtung verwendet.

Aus der so ermittelten wirklichen Längsbeschleunigung und der wirklichen Querbeschleunigung werden mit Hilfe des momentanen Wankwinkels und des momentanen Nickwinkels Referenzwerte für die effektive Längsbeschleunigung $a_x^{(R)}$ und für die effektive Querbeschleunigung $a_y^{(R)}$ gemäß den folgenden Beziehungen berechnet:

$$a_x^{(R)} = a_x - g\sin\theta$$

$$a_y^{(R)} = a_y + g \sin\varphi \cos\theta$$

Anschließend werden die Vergleichswerte mit den gefilterten Signalen der von der Beschleunigungs-Messeinrichtung gemessenen Längsbeschleunigung und Querbeschleunigung (in x-Richtung und in y-Richtung) verglichen. Übersteigt der Betrag der Differenz zwischen dem Vergleichswert und dem Messwert in zumindest einer der beiden Richtungen einen vorgegebenen Grenzwert, so wird eine Maßnahme ergriffen. Insbesondere wird der Wert eines Fehlerzähler heraufgesetzt. Dabei kann der Betrag, um den der Wert erhöht wird, optional abhängig von der Neigung des Fahrzeuges (Wankwinkel und/oder Nickwinkel) sowie abhängig von der Längsgeschwindigkeit und/oder anderen Größen sein. Tritt über ein Zeitintervall vorgegebener Länge kein Fehler auf (d. h. wird der vorgegebene Grenzwert nicht überschritten), wird der Wert des Fehlerzählers um einen vorgegebenen Betrag herabgesetzt. Dabei kann der Wert des Fehlerzählers nicht kleiner als Null werden. Zum Beispiel wird ein Vorhandensein eines Fehlers festgestellt, wenn der Wert des Fehlerzählers einen vorgegebenen Grenzwert erreicht oder überschreitet. Insbesondere kann der Grenzwert abhängig sein von bestimmten Fahrsituationen und/oder Größen, die diese Fahrsituationen charakterisieren.

Zur Überwachung der in z-Richtung von der Beschleunigungs-Messeinrichtung gemessenen Beschleunigung wird folgende Vorgehensweise vorgeschlagen: Es wird unter Verwendung zumindest einer relativen Position in z-Richtung des fahrzeugeigenen Koordinatensystems zwischen einem Fahrwerk und einem Fahrzeugaufbau des Fahrzeuges ein Vergleich des Messwertes oder einer daraus abgeleiteten Größe mit einer Vergleichsgröße durchgeführt. Vorzugsweise wird die relative Position gemessen, insbesondere mit zumindest einem Höhenstandssensor.

Bei einer konkreten Ausführungsform wird hierzu der Höhenstand (siehe oben) aller vier Räder des Fahrzeuges verwendet.

Zunächst wird die Größe z_M gemäß folgender Gleichung berechnet:

$$z_M = \frac{1}{2}\left[p(h_{FL} + h_{FR}) + (1-p)(h_{RL} + h_{RR})\right]$$

wobei die (erste) Größe z_M ein gewichtetes Mittel der Höhenstände h (wobei die doppelten Indizes wie bei den Raddrehzahlen aufzufassen sind) darstellt und wobei p ein spezifisch für das jeweilige Fahrzeug oder den Fahrzeugtyp gewählter Parameter ist. Nun wird die Größe zweimal nach der Zeit differenziert und optional dabei gefiltert. Weiterhin wird optional eine zweite Größe a_M gemäß der folgenden Gleichung berechnet:

$$a_M = -\Omega^2 z_M - \Gamma \dot{z}_M$$

wobei Ω^2 und Γ spezifisch für das Fahrzeug oder den Fahrzeugtyp gewählte Parameter sind. Die zweite Ableitung der ersten Größe z_M und die zweite Größe a_M werden mit der folgenden Vergleichsgröße verglichen, die aus der von der Messeinrichtung gemessenen Beschleunigung in z-Richtung (fahrzeugeigenes Koordinatensystem) berechnet wird:

$$a_z^{(R)} = a_z - g\cos\varphi\cos\theta$$

wobei $a_z^{(R)}$ eine wirkliche Beschleunigung ist, die gemessene Beschleunigung a_z hingegen eine effektive Beschleunigung ist.

Weiterhin besteht die Möglichkeit, zur Überwachung der in z-Richtung von der Beschleunigungs-Messeinrichtung gemessenen Beschleunigung die in x-Richtung und y-Richtung gemessenen Beschleunigungen zu verwenden. Bei Vernachlässigung der z-Komponente des Fahrzeuggeschwindigkeitsvektors gilt die Relation

$$(a_z - v_y\omega_x + v_x\omega_y)^2 = g^2 - (a_x - \dot{v}_x + v_y\omega_z)^2 - (a_y - \dot{v}_y - v_x\omega_z)^2$$

wobei a_x, a_y, a_z die gemessenen effektiven Beschleunigungen sind und $\omega_x, \omega_y, \omega_z$ die Wank-, Nick- bzw. Gierrate bedeuten. Die in die obige Relation eingehende Fahrzeuglängsgeschwindigkeit wird auf die zuvor beschriebene Weise ermittelt. Die Fahrzeugquergeschwindigkeit v_y kann beispielsweise wie zuvor beschrieben ermittelt werden. Insbesondere können Informationen über die Drehgeschwindigkeit der nicht angetriebenen Räder verwendet werden. Alternativ oder zusätzlich kann die Fahrzeugquergeschwindigkeit auf die ebenfalls bereits beschriebene Weise ermittelt werden, wobei zum Beispiel außer der Fahrzeuglängsgeschwindigkeit ein mittlerer Lenkwinkel und der von der Drehraten-Messeinrichtung gemessene Wert der Gierrate verwendet werden.

Insbesondere werden bei dem Vergleich ein Zeitintervall und ein Grenzwert definiert. Ist der Betrag der berechneten effektiven Beschleunigung a_z größer als der Grenzwert und ist weder der Betrag der zweiten zeitlichen Ableitung der ersten Größe z_M noch der Betrag der zweiten Größe a_M größer als der Grenzwert, so wird auf einen Fehler geschlossen (z.B. ein Wert eines Fehlerzählers um eins erhöht).

Gemäß einem weiteren Aspekt kann aus den Messwerten der Messeinrichtung die Fahrgeschwindigkeit des Fahrzeugs ermittelt werden. Diese Verfahrensweise ist insbesondere dann von Vorteil, wenn alle Räder des Fahrzeuges angetrieben werden und/oder wenn aus den Drehzahlen nicht angetriebener Räder in bestimmten Fahrsituationen nicht zuverlässig die Fahrgeschwindigkeit bestimmt werden kann (z.B. bei schleuderndem Fahrzeug). Eine derartige Situation kann beispielsweise dadurch erkannt werden, dass große Abweichungen zwischen den insbesondere gefilterten Signalen der Sensoren für die Längsbeschleunigung und die Querbeschleunigung einerseits und den oben beschriebenen Referenzwerten andererseits auftreten.

Die Fahrgeschwindigkeitskomponente v_x in x-Richtung und die

die Fahrgeschwindigkeitskomponente v_y in y-Richtung können dann durch Integration des folgenden Gleichungssystems bestimmt werden:

$$\dot{v}_x = a_x + \omega_z v_y$$

$$\dot{v}_y = a_y - \omega_z v_x$$

Dabei sind die Beschleunigungen a_x bzw. a_y in x-Richtung bzw. in y-Richtung und die Gierrate ω_z insbesondere die von der Messeinrichtung gemessenen Größen. Der Betrag der Fahrgeschwindigkeit kann dann aus den Fahrgeschwindigkeitskomponenten berechnet werden. Auch kann das Vorzeichen der Fahrgeschwindigkeit bestimmt werden, da die Information über das Vorzeichen aus den gemessenen Größen bekannt ist.

Insbesondere kann diese Verfahrensweise der Bestimmung der Fahrgeschwindigkeit vorübergehend angewendet werden. In diesem Fall beginnt die Integration vorzugsweise zu einem Zeitpunkt, zu dem die Fahrsituation noch eine Bestimmung der Fahrgeschwindigkeit auf andere Weise, z. B. auf Basis der Raddrehzahlen erlaubt. Diese Fahrgeschwindigkeitswerte können dann als Anfangswerte für die Integration verwendet werden.

Alternativ können die Fahrzeuggeschwindigkeit und die Fahrzeugorientierung simultan durch ein adaptives Kalman-Filter bestimmt werden, in das die x-Komponente und die y-Komponente des Vektors der Fahrzeuggeschwindigkeit sowie der Wank- und Nickwinkel eingehen. Zusätzlich gehen die drei Komponenten der Beschleunigung, insbesondere die vier Raddrehzahlen und der Lenkwinkel (z. B. der Lenkradwinkel) als Messgrößen in das Kalman-Filter ein. Insbesondere erfolgt eine permanente Bewertung der Raddrehzahlen, die wiederum dazu verwendet wird, Rückführungskoeffizienten des Filters zu beeinflussen.

Patentansprüche

1. Anordnung zur Überwachung einer in einem Radfahrzeug (20) angeordneten Messeinrichtung (1), mit
- der Messeinrichtung (1), wobei die Messeinrichtung (1) ausgestaltet ist, drei jeweils quer zueinander gerichtete Linearbeschleunigungen des Radfahrzeuges (20) und drei Drehraten, jeweils einer Drehbewegung oder einer Komponente einer Drehbewegung um eine Achse des Radfahrzeuges (20), zu messen, wobei die drei Achsen jeweils quer zueinander verlaufen,
- einer Orientierungs-Bestimmungseinrichtung (7), die ausgestaltet ist, aus den drei Drehraten eine Orientierung des Radfahrzeuges (20) in einem fahrzeugexternen Koordinatensystem zu bestimmen, und
- einer Überwachungseinrichtung (9), die ausgestaltet ist, unter Verwendung einer Ausgangsgröße der Orientierungs-Bestimmungseinrichtung (7) und unter Verwendung einer Vergleichsgröße eine Überwachung zumindest einer der gemessenen Linearbeschleunigungen durchzuführen.

2. Anordnung nach Anspruch 1, mit einer Fahrgeschwindigkeits-Bestimmungseinrichtung (11) zur Bestimmung einer Fahrgeschwindigkeit des Radfahrzeuges (20), die mit der Überwachungseinrichtung (9) verbunden ist, wobei die Überwachungseinrichtung (9) ausgestaltet ist, die Vergleichsgröße unter Verwendung der Fahrgeschwindigkeit zu ermitteln.

3. Anordnung nach Anspruch 2, wobei die Fahrgeschwindigkeits-Bestimmungseinrichtung (11) ausgestaltet ist, die Fahrgeschwindigkeit unter Verwendung einer für eine Drehgeschwindigkeit eines Rades des Radfahrzeuges (20) charakteristischen Größe zu bestimmen.

4. Anordnung nach Anspruch 2 oder 3, wobei die Fahrgeschwindigkeits-Bestimmungseinrichtung (11) mit einer Lenkwinkel-Bestimmungseinrichtung (15) zur Bestimmung eines Lenk-

winkels zumindest eines lenkbaren Rades (21, 22) des Radfahrzeuges (20) verbunden ist und wobei die Fahrgeschwindigkeits-Bestimmungseinrichtung (11) ausgestaltet ist, die Fahrgeschwindigkeit unter Verwendung des Lenkwinkels zu bestimmen.

5. Anordnung nach einem der Ansprüche 2 bis 4, wobei die Fahrgeschwindigkeits-Bestimmungseinrichtung (11) mit der Messeinrichtung (1) verbunden ist und ausgestaltet ist, die Fahrgeschwindigkeit unter Verwendung zumindest einer der drei Drehraten zu bestimmen.

6. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die Messeinrichtung (1) Beschleunigungssensoren (31, 32, 33) zur Messung der drei Linearbeschleunigungen und Drehratensensoren (41, 42, 43) zur Messung der drei Drehraten aufweist und wobei die Beschleunigungssensoren (31, 32, 33) und die Drehratensensoren Teile einer vorgefertigten, zum Einbau in das Radfahrzeug (20) ausgestalteten gerätetechnischen Einheit (1) sind.

7. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei die Messeinrichtung (1) derart ausgestaltet ist, dass die drei Linearbeschleunigungen als drei linear voneinander unabhängige Messgrößen messbar sind.

8. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei die Messeinrichtung (1) derart ausgestaltet ist, dass die drei Achsen jeweils paarweise senkrecht zueinander verlaufen.

9. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei die Überwachungseinrichtung (9) ausgestaltet ist, die Überwachung unter Verwendung der Orientierung und unter Verwendung einer Vergleichsbeschleunigung durchzuführen, und ausgestaltet ist, die Vergleichsbeschleunigung ohne Verwendung der von der Messeinrichtung (1) gemessenen, zu überwachenden Linearbeschleunigung zu ermitteln.

10. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei die Überwachungseinrichtung (9) ausgestaltet ist, die Vergleichsgröße unter Verwendung einer relativen Position eines Fahrzeugaufbaus (25), an dem die Messeinrichtung (1) befestigt ist oder zu befestigen ist, und eines Fahrwerks (21, 22, 23, 24) zu ermitteln.

11. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei die Orientierungs-Bestimmungseinrichtung (7) ausgestaltet ist, einen Stillstand des Radfahrzeuges (20) zu detektieren und bei dem Stillstand unter Verwendung zumindest einer der von der Messeinrichtung (1) gemessenen Linearbeschleunigungen Werte für eine insbesondere zukünftige Ermittlung der Orientierung zu bestimmen.

12. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, wobei die Orientierungs-Bestimmungseinrichtung (7) ausgestaltet ist, eine Geradeausfahrt des Radfahrzeuges (20) auf einem ebenen Untergrund zu detektieren und in dieser Fahrsituation unter Verwendung zumindest einer der von der Messeinrichtung (1) gemessenen Linearbeschleunigungen Werte für eine insbesondere zukünftige Ermittlung der Orientierung zu bestimmen.

13. Verfahren zur Überwachung einer in einem Radfahrzeug (20) angeordneten Messeinrichtung (1), wobei die Messeinrichtung (1) ausgestaltet ist, drei jeweils quer zueinander gerichtete Linearbeschleunigungen des Radfahrzeuges (20) und drei Drehraten, jeweils einer Drehbewegung oder einer Komponente einer Drehbewegung um eine Achse des Radfahrzeuges (20), zu messen, wobei die drei Achsen jeweils quer zueinander verlaufen und wobei

- aus den drei Drehraten zumindest Komponenten einer Orientierung des Radfahrzeuges (20) in einem fahrzeugexternen Koordinatensystem bestimmt werden und
- unter Verwendung zumindest der Komponenten der Orientierung und unter Verwendung einer Vergleichsgröße eine Überwa-

chung zumindest einer der gemessenen Linearbeschleunigungen durchgeführt wird.

14. Verfahren nach Anspruch 13, wobei eine Fahrgeschwindigkeit des Radfahrzeuges (20) bestimmt wird und wobei die Vergleichsgröße unter Berücksichtigung der Fahrgeschwindigkeit ermittelt wird.

15. Verfahren nach Anspruch 14, wobei die Fahrgeschwindigkeit unter Verwendung einer für eine Drehgeschwindigkeit eines Rades des Radfahrzeuges (20) charakteristischen Größe bestimmt wird.

16. Verfahren nach Anspruch 14 oder 15, wobei die Fahrgeschwindigkeit unter Verwendung eines Lenkwinkels zumindest eines lenkbaren Rades (21, 22) des Radfahrzeuges (20) bestimmt wird.

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 16, wobei die Fahrgeschwindigkeit unter Verwendung zumindest einer der drei von der Messeinrichtung gemessenen Drehraten bestimmt wird.

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 17, wobei die drei Linearbeschleunigungen als drei linear voneinander unabhängige Messgrößen gemessen werden.

19. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 18, wobei die drei Drehraten als Drehraten um jeweils eine von drei jeweils paarweise senkrecht zueinander verlaufenden Achsen gemessen werden.

20. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 19, wobei bei der Überwachung zumindest eine der Komponenten der Orientierung und eine Vergleichsbeschleunigung verwendet werden und wobei die Vergleichsbeschleunigung ohne Verwendung der zu überwachenden Linearbeschleunigung ermittelt wird.

21. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 20, wobei die Vergleichsgröße unter Verwendung einer relativen Position eines Fahrzeugaufbaus (25), an dem die Messeinrichtung (1) befestigt ist oder zu befestigen ist, und eines Fahrwerks (21, 22, 23, 24) ermittelt wird.

22. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 21, wobei zur Bestimmung der Orientierung ein Stillstand des Radfahrzeuges (20) detektiert wird und bei dem Stillstand unter Verwendung zumindest einer der gemessenen Linearbeschleunigungen Werte für eine insbesondere zukünftige Ermittlung der Orientierung bestimmt werden.

23. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 22, wobei zur Bestimmung der Orientierung eine Geradeausfahrt des Radfahrzeuges (20) auf einem ebenen Untergrund detektiert wird und in dieser Fahrsituation unter Verwendung zumindest einer gemessenen Linearbeschleunigung Werte für eine insbesondere zukünftige Ermittlung der Orientierung bestimmt werden.

FIG 1

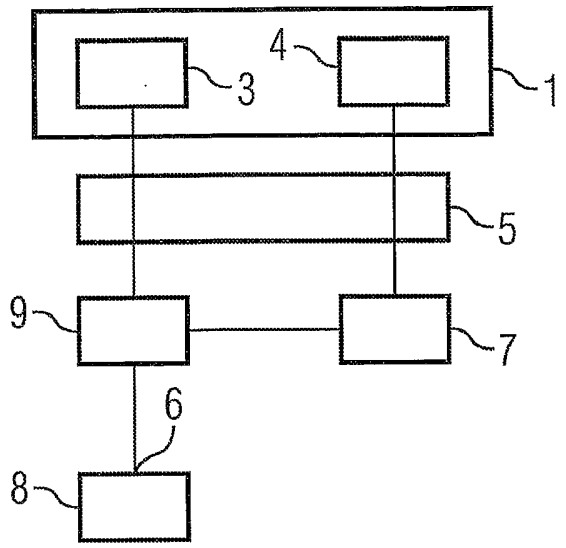


FIG 2

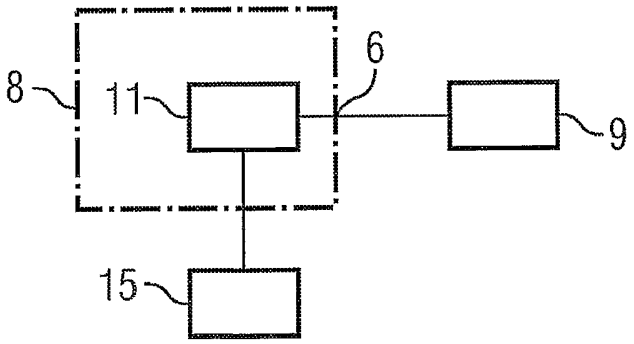


FIG 3

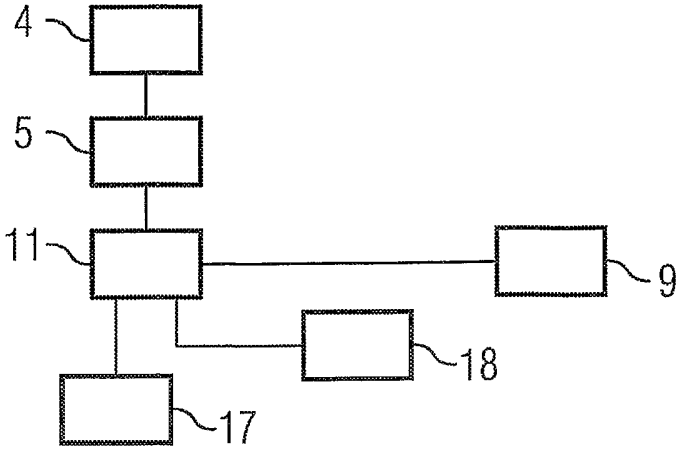


FIG 4

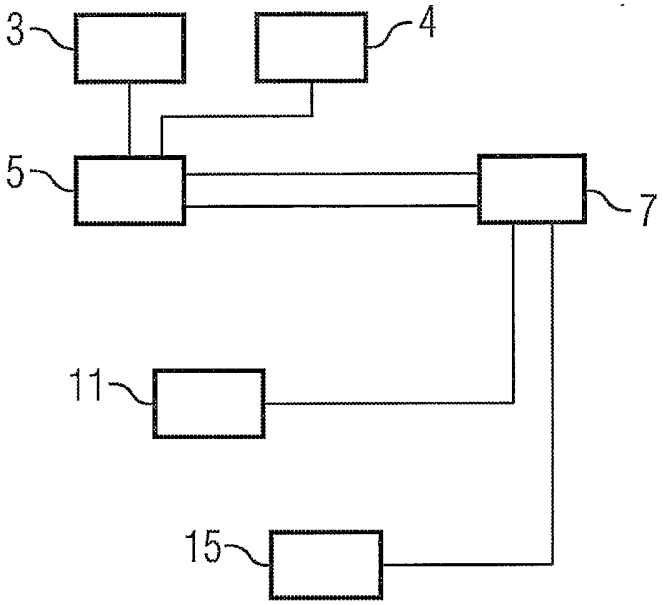


FIG 5

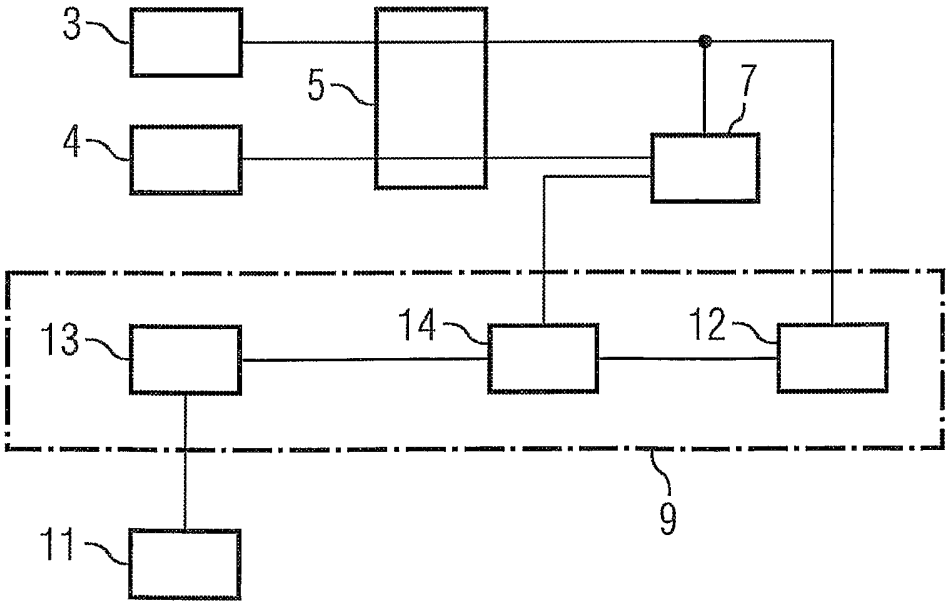


FIG 6

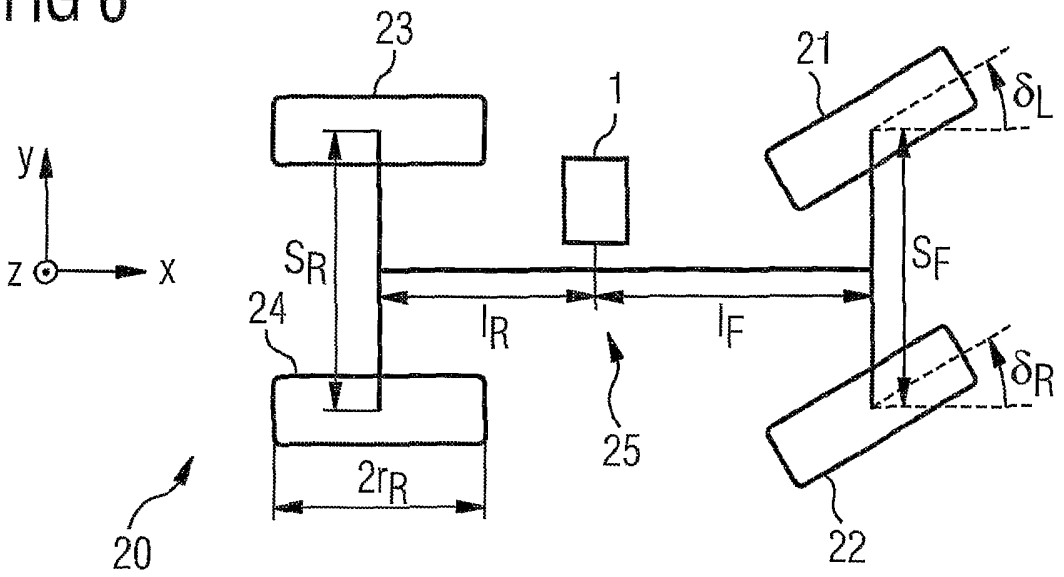
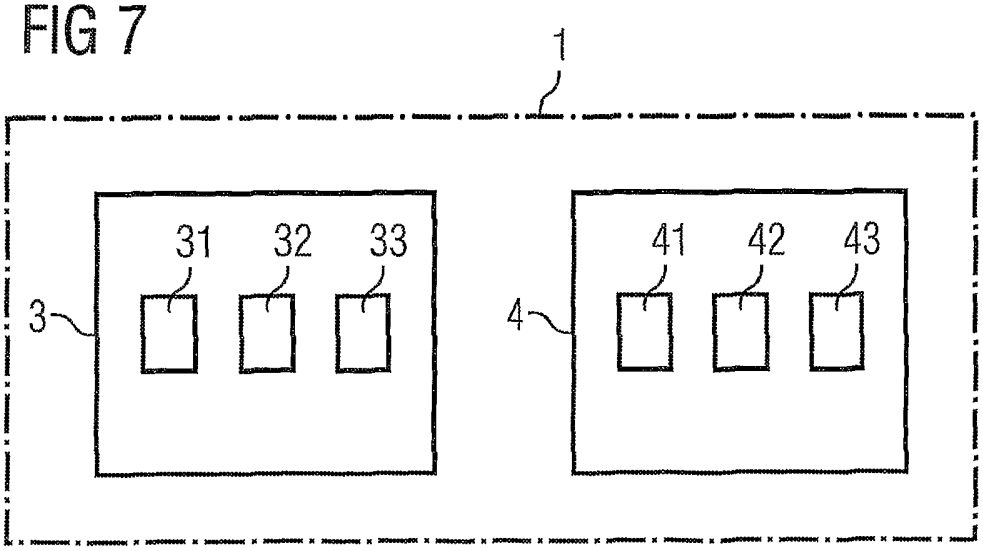


FIG 7



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2004/052707

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 B60T8/88 B60T8/00 G01P21/00 B60G17/015 B60R21/01

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)
IPC 7 B60T G01P G01C B60G B60R

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, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 5 408 411 A (NAKAMURA ET AL) 18 April 1995 (1995-04-18) column 1, line 28 - column 1, line 40 column 7, line 20 - column 7, line 40 column 11, line 3 - column 13, line 26 column 20, line 7 - column 20, line 18; figures 1,4,35	1-23
Y	US 6 260 405 B1 (HORIUCHI YUTAKA) 17 July 2001 (2001-07-17) column 10, line 12 - column 10, line 42 column 11, line 37 - column 11, line 53; figure 7	1-9, 13-20
Y	DE 197 44 084 A1 (ROBERT BOSCH GMBH, 70469 STUTTGART, DE) 8 April 1999 (1999-04-08) the whole document	11,12, 22,23

-/--

[X] Further documents are listed in the continuation of box C.

[X] Patent family members are listed in 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	Date of mailing of the international search report
22 February 2005	09/03/2005

Name and mailing address of the ISA	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Marx, W

2

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (January 2004)

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 2003/065430 A1 (LU JIANBO ET AL) 3 April 2003 (2003-04-03) page 2, paragraph 20 - page 4, paragraph 59	1,7-10, 13,18-21
Y	DE 102 20 575 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG) 4 December 2003 (2003-12-04) column 1, paragraph 4 - column 2, paragraph 6 column 3, paragraph 16 - column 6, paragraph 25	1,7-10, 13,18-21
A	DE 101 62 689 A1 (DAIMLERCHRYSLER AG) 18 July 2002 (2002-07-18) page 8, paragraph 67 - page 9, paragraph 74	1-23
A	DE 100 54 154 A1 (HYUNDAI MOTOR CO., SEOUL/SOUL) 28 June 2001 (2001-06-28) the whole document	1-23

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

ormation on patent family members

International Application No
PCT/EP2004/052707

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5408411 A	18-04-1995	JP 4237637 A	26-08-1992
		JP 2992357 B2	20-12-1999
		JP 4266538 A	22-09-1992
		DE 4201146 A1	23-07-1992
		KR 9600248 B1	04-01-1996
US 6260405 B1	17-07-2001	JP 3284086 B2	20-05-2002
		JP 11083895 A	26-03-1999
		US 6035693 A	14-03-2000
		US 6276188 B1	21-08-2001
DE 19744084 A1	08-04-1999	WO 9917964 A1	15-04-1999
		DE 59808450 D1	26-06-2003
		EP 0942855 A1	22-09-1999
		JP 2001507656 T	12-06-2001
US 2003065430 A1	03-04-2003	NONE	
DE 10220575 A1	04-12-2003	NONE	
DE 10162689 A1	18-07-2002	WO 02055356 A1	18-07-2002
		EP 1349759 A1	08-10-2003
DE 10054154 A1	28-06-2001	KR 2001063969 A	09-07-2001
		JP 2001180408 A	03-07-2001
		US 6360147 B1	19-03-2002

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2004/052707

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 B60T8/88 B60T8/00 G01P21/00 B60G17/015 B60R21/01

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 B60T G01P G01C B60G B60R

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, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	US 5 408 411 A (NAKAMURA ET AL) 18. April 1995 (1995-04-18) Spalte 1, Zeile 28 - Spalte 1, Zeile 40 Spalte 7, Zeile 20 - Spalte 7, Zeile 40 Spalte 11, Zeile 3 - Spalte 13, Zeile 26 Spalte 20, Zeile 7 - Spalte 20, Zeile 18; Abbildungen 1,4,35	1-23
Y	US 6 260 405 B1 (HORIUCHI YUTAKA) 17. Juli 2001 (2001-07-17) Spalte 10, Zeile 12 - Spalte 10, Zeile 42 Spalte 11, Zeile 37 - Spalte 11, Zeile 53; Abbildung 7	1-9, 13-20
Y	DE 197 44 084 A1 (ROBERT BOSCH GMBH, 70469 STUTTGART, DE) 8. April 1999 (1999-04-08) das ganze Dokument	11,12, 22,23

-/--

[X] Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

[X] 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	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
22. Februar 2005	09/03/2005

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL – 2280 HV Rijswijk Tel. (+31–70) 340–2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31–70) 340–3016	Marx, W

2

Formblatt PCT/ISA/210 (Blatt 2) (Januar 2004)

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	US 2003/065430 A1 (LU JIANBO ET AL) 3. April 2003 (2003-04-03) Seite 2, Absatz 20 - Seite 4, Absatz 59	1,7-10, 13,18-21
Y	DE 102 20 575 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG) 4. Dezember 2003 (2003-12-04) Spalte 1, Absatz 4 - Spalte 2, Absatz 6 Spalte 3, Absatz 16 - Spalte 6, Absatz 25	1,7-10, 13,18-21
A	DE 101 62 689 A1 (DAIMLERCHRYSLER AG) 18. Juli 2002 (2002-07-18) Seite 8, Absatz 67 - Seite 9, Absatz 74	1-23
A	DE 100 54 154 A1 (HYUNDAI MOTOR CO., SEOUL/SOUL) 28. Juni 2001 (2001-06-28) das ganze Dokument	1-23

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2004/052707

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 5408411	A	18-04-1995	JP	4237637 A	26-08-1992
			JP	2992357 B2	20-12-1999
			JP	4266538 A	22-09-1992
			DE	4201146 A1	23-07-1992
			KR	9600248 B1	04-01-1996
US 6260405	B1	17-07-2001	JP	3284086 B2	20-05-2002
			JP	11083895 A	26-03-1999
			US	6035693 A	14-03-2000
			US	6276188 B1	21-08-2001
DE 19744084	A1	08-04-1999	WO	9917964 A1	15-04-1999
			DE	59808450 D1	26-06-2003
			EP	0942855 A1	22-09-1999
			JP	2001507656 T	12-06-2001
US 2003065430	A1	03-04-2003	KEINE		
DE 10220575	A1	04-12-2003	KEINE		
DE 10162689	A1	18-07-2002	WO	02055356 A1	18-07-2002
			EP	1349759 A1	08-10-2003
DE 10054154	A1	28-06-2001	KR	2001063969 A	09-07-2001
			JP	2001180408 A	03-07-2001
			US	6360147 B1	19-03-2002