

(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
19. März 2020 (19.03.2020)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2020/052886 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation: *B62D 15/02* (2006.01) *B60D 1/36* (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2019/071661
- (22) Internationales Anmeldedatum: 13. August 2019 (13.08.2019)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität: 10 2018 122 054.5
10. September 2018 (10.09.2018) DE
- (71) Anmelder: **WABCO GMBH** [DE/DE]; Am Lindener Hafen 21, 30453 Hannover (DE).
- (72) Erfinder: **WULF, Oliver**; Zum Dammkrug 3, 31535 Neustadt (DE).
- (74) Anwalt: **RABE, Dirk-Heinrich**; WABCO GmbH, IP / Intellectual Property, Am Lindener Hafen 21, 30453 Hannover (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, 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.

(54) Title: TRANSVERSE STEERING METHOD AND TRANSVERSE STEERING DEVICE FOR MOVING A VEHICLE INTO A TARGET POSITION, AND VEHICLE FOR THIS PURPOSE

(54) Bezeichnung: QUERLENKVERFAHREN UND QUERLENKVORRICHTUNG FÜR DAS BEWEGEN EINES FAHRZEUGS IN EINE ZIELPOSITION, UND FAHRZEUG DAFÜR

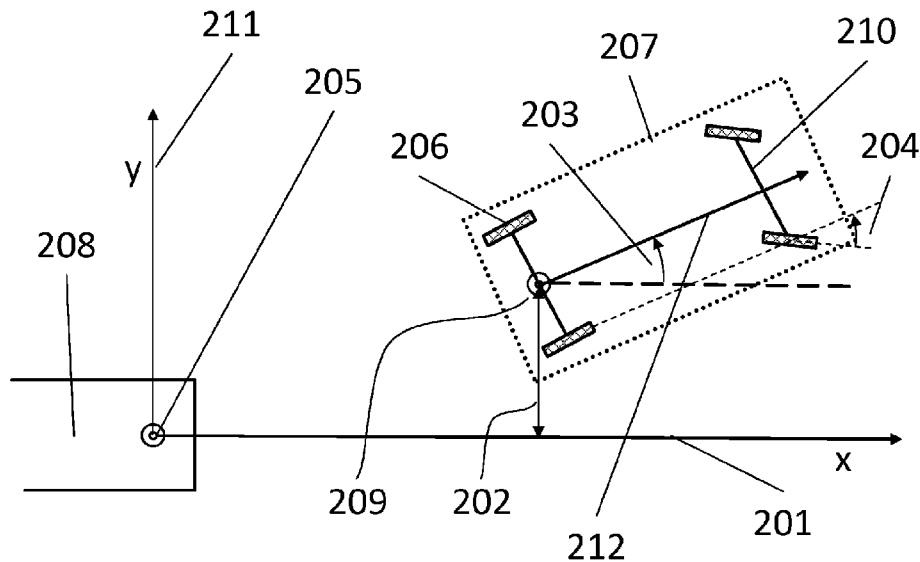


Fig. 2

(57) Abstract: The invention relates to a transverse steering method (300) and a transverse steering device (317) for moving a vehicle (304) into a target position (307), wherein, according to the invention, location and orientation data (313) is deduced via measurements with sensors and markings and filtered to form current values (311, 312). A controller (303) derives a target steering angle (310) from the current values (311, 312), which is implemented by means of an active steering (107) of the vehicle (304). In one embodiment, the filtering is designed as Kalman filtering (505, 605), wherein the location and orientation data (513, 613) is prepared in consideration of driving characteristics (514, 614) measured at the vehicle, quality values (519, 619) and a movement model (518, 618) of the vehicle



WO 2020/052886 A1

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

(504, 604) to form the current values (511, 512, 611, 612).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Querlenkverfahren (300) und eine Querlenkvorrichtung (317) für das Bewegen eines Fahrzeugs (304) in eine Zielposition (307), Erfindungsgemäß werden durch Messungen mit Sensoren und Markierungen Orts- und Orientierungsdaten (313) hergeleitet und zu Aktuellwerten (311, 312) gefiltert. Ein Regler (303) leitet aus den Aktuellwerten (311, 312) einen Solllenkwinkel (310) her, der mittels einer aktiven Lenkung (107) des Fahrzeugs (304) realisiert wird. In einer Weiterbildung ist die Filterung als Kalmanfilterung (505, 605) ausgebildet, bei der die Orts- und Orientierungsdaten (513, 613) unter Berücksichtigung von am Fahrzeug gemessenen Fahrteigenschaften (514, 614), Gütewerten (519, 619) und einem Bewegungsmodell (518, 618) des Fahrzeugs (504, 604) zu den Aktuellwerten (511, 512, 611, 612) aufbereitet werden.

Querlenkverfahren und Querlenkvorrichtung für das Bewegen eines Fahrzeugs in eine Zielposition, und Fahrzeug dafür

Die Erfindung betrifft ein Querlenkverfahren und eine Querlenkvorrichtung für das Bewegen eines angetriebenen Fahrzeugs an einen Zielort und eine Zielorientierung umfassende Zielposition, sowie ein dafür eingerichtetes Fahrzeug.

Aus der DE 10 2016 011 324 A1 ist ein Verfahren zur Steuerung eines Zugfahrzeugs bei dessen Heranfahren und Ankuppeln an ein Anhängerfahrzeug bekannt. Der rückwärtige Umfeldbereich hinter dem Zugfahrzeug wird, zum Beispiel mit einer Kamera, erfasst; aus den erfassten Daten werden eine Versatzstrecke und ein Versatzwinkel zwischen dem Zugfahrzeug und dem Anhängerfahrzeug ausgewertet; mindestens eine Fahrtrajektorie mittels derer das Zugfahrzeug autonom zu einem Ankuppelort fahrbar ist wird berechnet, und das Zugfahrzeug wird gemäß der Fahrtrajektorie autonom herangefahren und angekuppelt.

Bei dem Verfahren des Standes der Technik kann als nachteilig angesehen werden, dass eine zu Beginn des Bewegungsvorgangs berechnete Fahrtrajektorie deutlich fehlerhaft sein kann, weil typischerweise die Startposition dann nur ungenau bekannt ist. Insbesondere Fehler einer gemessenen Startorientierung führen insbesondere bei großem zu durchfahrenden Abstand zu einem großen seitlichen Versatz.

Ebenfalls als nachteilig kann angesehen werden, dass Messwerte der Positionsmessung typischerweise verrauscht sind, mit anderen Worten Fehleranteile enthalten.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, Querlenkverfahren und Querlenkvorrichtungen zum Bewegen eines Fahrzeugs in eine Zielposition bereitzustellen, bei denen diese Nachteile vermieden werden. Ebenso sollen Fahrzeuge bereitgestellt werden, die eingerichtet sind, diese Querlenkverfahren durchzuführen.

Diese Aufgabe wird von einem Verfahren gemäß Anspruch 1, von einer Vorrichtung gemäß Anspruch 7 und von einem Fahrzeug gemäß Anspruch 13 gelöst.

Querlenkverfahren für das Bewegen eines Fahrzeugs in eine Zielposition umfassen gemäß der Erfindung:

- dass zwischen dem Fahrzeug und der Zielposition Abstands- und/oder Winkelmessungen durchgeführt werden, die eine Herleitung von Orts- und Orientierungsdaten ermöglichen,
- dass die hergeleiteten Orts- und Orientierungsdaten zu Aktuellwerten gefiltert werden, welche aktuelle Ortswerte und aktuelle Orientierungswerte umfassen,
- dass eine Regelung durchgeführt wird, die aus den Aktuellwerten Solllenkwinkel herleitet,
- und dass die Solllenkwinkel durch Einwirkung auf eine aktive Lenkung des Fahrzeugs realisiert werden.

In einer vorteilhaften Weiterbildung umfassen die Querlenkverfahren gemäß der Erfindung, dass das Filtern der Orts- und Orientierungsdaten als Kalmanfilterung ausgebildet ist, bei der die Orts- und Orientierungsdaten unter Berücksichtigung von am Fahrzeug gemessenen Fahrteigenschaften, Gütewerten und einem Bewegungsmodell des Fahrzeugs zu den Aktuellwerten aufbereitet werden.

In einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung umfassen die Querlenkverfahren gemäß der Erfindung, dass die Regelung als Kaskadenregelung ausgebildet ist, bei der in einem äußeren Regelkreis aus den aktuellen Ortswerten eine Sollorientierung hergeleitet wird, und in einem inneren Regelkreis aus der Sollorientierung und dem aktuellen Orientierungswert der Solllenkwinkel hergeleitet wird.

In einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung umfassen die Querlenkverfahren gemäß der Erfindung, dass die Kalmanfilterung einen Messschritt und einen Updateschritt umfasst, derart dass im Messschritt aus jeweils neuesten Orts- und Orientierungsdaten und vorherigen berechneten Positionsdaten durch gewichtete Mittelung mit einem Gewicht das von der Güte der Sensormessungen und einer Varianz der Sensormessungen abhängt, neue berechnete Positionsdaten hergeleitet werden, und dass im Updateschritt die berechneten Positionsdaten gemäß einem mit einem gemessenen Lenkwinkel und einer gemessenen Geschwindigkeit als Fahrteigenschaften parametrisierten Bewegungsmodell in aktuelle Positionsdaten extrapoliert werden.

In einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung umfassen die Querlenkverfahren gemäß der Erfindung, dass der Messschritt beim Vorliegen der jeweils neuen Orts- und Orientierungsdaten aktiviert wird, und der Updateschritt beim Vorliegen der jeweils neuen Fahrteigenschaften aktiviert wird.

In einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung umfassen die Querlenkverfahren gemäß der Erfindung, dass nach dem Messschritt aus jedem alten Gütewert q_{alt} , einem zugeordneten Mindestgütewert q_{min} und einem zugeordneten Messgütewert q_{mess} ein neuer Gütewert q_{neu} bestimmt wird gemäß

$$q_{\text{neu}} = \max(q_{\text{min}}, q_{\text{alt}}/(q_{\text{alt}}+q_{\text{mess}})),$$

wobei q_{min} und q_{mess} separat für Ortsdaten und Orientierungsdaten fest angenommen werden,

und dass nach dem Updateschritt aus jedem alten Gütewert q_{alt} , einer zugeordneten Proportionalitätskonstante C_p , der Geschwindigkeit v und der Zeit t_{MS} seit dem letzten Messschritt ein neuer Gütewert q_{neu} bestimmt wird gemäß

$$q_{\text{neu}} = q_{\text{alt}} + C_p \cdot v \cdot t_{\text{MS}},$$

wobei C_p separat für Ortsdaten und Orientierungsdaten fest angenommen wird.

Querlenkvorrichtungen für das Bewegen eines eine aktive Lenkung umfassenden Fahrzeugs in eine Zielposition umfassen gemäß der Erfindung:

- Sensoren und Markierungen, die so beschaffen und auf das Fahrzeug und die Zielposition verteilt sind, dass aus Abstands- und/oder Winkelmessungen zwischen dem Fahrzeug und der Zielposition Orts- und Orientierungsdaten hergeleitet werden können,
- eine Messvorrichtung, die so eingerichtet ist, dass sie mittels der Sensoren und Markierungen die Abstands- und/oder Winkelmessungen zwischen dem Fahrzeug und der Zielposition durchführt, und daraus die Orts- und Orientierungsdaten des Fahrzeugs herleitet,
- ein Messwertefilter, das so eingerichtet ist, dass es aus den Orts- und Orientierungsdaten Aktuellwerte herleitet, welche aktuelle Ortswerte und aktuelle Orientierungswerte umfassen,
- einen Regler, der so eingerichtet ist, dass aus den Aktuellwerten Solllenkwinkel hergeleitet und durch Einwirkung auf die aktive Lenkung realisiert werden.

In einer vorteilhaften Weiterbildung umfassen die Querlenkvorrichtungen gemäß der Erfindung, dass das Messwertefilter als Kalmanfilter ausgebildet ist, so eingerichtet, dass die Orts- und Orientierungsdaten unter Berücksichtigung von im Fahrzeug gemessenen

Fahrteigenschaften, Gütewerten und einem Bewegungsmodell des Fahrzeugs zu den Aktuellwerten aufbereitet werden.

In einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung umfassen die Querlenkvorrichtungen gemäß der Erfindung, dass der Regler als Kaskadenregler ausgebildet ist, mit einem Querversatzregler eingerichtet um aus den aktuellen Ortswerten eine Sollorientierung herzuleiten, und einem Orientierungsregler eingerichtet um aus der Sollorientierung und dem aktuellen Orientierungswert den Solllenkwinkel herzuleiten.

In einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung umfassen die Querlenkvorrichtungen gemäß der Erfindung, dass das Kalmanfilter eingerichtet ist, einen Messschritt und einen Updateschritt durchzuführen, derart dass im Messschritt aus jeweils neuesten Orts- und Orientierungsdaten und vorherigen berechneten Positionsdaten durch gewichtete Mittelung mit einem Gewicht das von der Güte der Sensormessungen und einer Varianz der Sensormessungen abhängt, neue berechnete Positionsdaten hergeleitet werden, und im Updateschritt die berechneten Positionsdaten gemäß einem mit einem gemessenen Lenkwinkel und einer gemessenen Geschwindigkeit als Fahrteigenschaften parametrisierten Bewegungsmodell in aktuelle Positionsdaten extrapoliert werden.

In einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung umfassen die Querlenkvorrichtungen gemäß der Erfindung, dass das Kalmanfilter eingerichtet ist, den Messschritt beim Vorliegen der jeweils neuen Orts- und Orientierungsdaten zu aktivieren, und den Updateschritt beim Vorliegen der jeweils neuen Fahrteigenschaften zu aktivieren.

In einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung umfassen die Querlenkvorrichtungen gemäß der Erfindung, dass das Kalmanfilter eingerichtet ist, nach dem Messschritt aus jedem alten Gütewert q_{alt} , einem zugeordneten Mindestgütewert q_{min} und einem zugeordneten Messgütewert q_{mess} einen neuen Gütewert q_{neu} zu bestimmen gemäß

$$q_{\text{neu}} = \max(q_{\text{min}}, q_{\text{alt}}/(q_{\text{alt}}+q_{\text{mess}})),$$

wobei q_{min} und q_{mess} separat für Ortsdaten und Orientierungsdaten fest angenommen sind,

und nach dem Updateschritt aus jedem alten Gütewert q_{alt} , einer zugeordneten Proportionalitätskonstante C_p , der Geschwindigkeit v und der Zeit t_{MS} seit dem letzten Messschritt einen neuen Gütewert q_{neu} zu bestimmen gemäß

$$q_{\text{neu}} = q_{\text{alt}} + C_p \cdot v \cdot t_{\text{MS}},$$

wobei C_p separat für Ortsdaten und Orientierungsdaten fest angenommen wird.

Ein Fahrzeug gemäß der Erfindung, insbesondere ein angetriebenes Zugfahrzeug ist eingerichtet, ein Querlenkverfahren gemäß der Erfindung durchzuführen, und/oder weist eine Querlenkvorrichtung gemäß der Erfindung auf.

Vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung ergeben sich aus den Ansprüchen sowie aus den anhand der Zeichnungen näher erläuterten Ausführungsbeispielen. In den Zeichnungen zeigen:

- Fig. 1 schematisch in Seitenansicht einen Anwendungsfall, wo die Zielposition eine Ankuppelposition ist,
- Fig. 2 schematisch in Draufsicht die hier verwendeten geometrischen Beziehungen, Definitionen und Größen am Beispiel eines Sattelschleppers vor einem Auflieger,
- Fig. 3 ein Blockdiagramm zur Erläuterung eines ersten Querlenkverfahrens gemäß der Erfindung,
- Fig. 4 ein Blockdiagramm zur Erläuterung eines zweiten Querlenkverfahrens gemäß der Erfindung,
- Fig. 5 ein Blockdiagramm zur Erläuterung eines dritten Querlenkverfahrens gemäß der Erfindung,
- Fig. 6 ein Blockdiagramm zur Erläuterung eines vierten Querlenkverfahrens gemäß der Erfindung.

Position, wie bei Zielposition, wird hier verstanden als jeweils eine Ortsangabe und eine Orientierungsangabe umfassend. Die Ortsangabe kann zum Beispiel durch Koordinaten in einem zwei- oder dreidimensionalen Koordinatensystem, absolut oder relativ, erfolgen. Die Orientierungsangabe kann durch eine zwei- oder dreidimensionale Winkelangabe zusammen mit einer Vereinbarung über den Bezugspunkt und den Bezugswinkel erfolgen.

Querlenkung bezeichnet hier eine Einwirkung auf die Winkel der Räder der Lenkachse des Fahrzeugs. Bei Fahrzeugen mit mehreren gelenkten Achsen kann dies auch eine angemessene Einwirkung auf andere Achsen als die Hauptlenkachse umfassen.

Die Zielposition kann eine Ankuppelposition sein, d.h. eine Position im Sinne von Ort und Orientierung, an der das Fahrzeug an ein Anhänger- oder Aufliegerfahrzeug angekuppelt werden kann.

Die Zielposition kann auch eine Beladungsposition sein, d.h. eine Position an einer Laderampe die es ermöglicht, das Fahrzeug zu be- oder entladen. Die x-Achse des bezüglich der Zielposition ortsfesten Koordinatensystems legt man hier bevorzugt in die Richtung, in der man an die Beladungsposition heranfahren muss, zum Beispiel rechtwinklig zu einer Kante einer Laderampe.

Die Zielposition kann auch eine Aufladeposition sein, d.h. eine Position an der dem Fahrzeug durch Anschluss an eine Versorgungseinrichtung Betriebsmittel wie zum Beispiel Treibstoff, Batterieladung oder Hydraulikflüssigkeit zugeführt werden können. Die x-Achse des bezüglich der Zielposition ortsfesten Koordinatensystems legt man hier bevorzugt in die Richtung, in der man an die Aufladeposition heranfahren muss, zum Beispiel in geeignetem Abstand längs neben die Versorgungseinrichtung.

Die Zielposition kann auch eine Parkposition in einem für Teilautomatisierung vorbereiteten Fahrzeugabstellplatz sein. Die x-Achse des bezüglich der Zielposition ortsfesten Koordinatensystems legt man hier bevorzugt in die Richtung, in der man in die Parkposition einfahren muss.

Der Sensor des Fahrzeugs kann zum Beispiel ein Laserscanner oder ein LIDAR, eine Standbildkamera, oder eine Videokamera sein.

Fig. 1 zeigt schematisch in Seitenansicht einen Anwendungsfall, wo die Zielposition eine Ankuppelposition ist. Das Fahrzeug ist hier ein Sattelschlepper 101 und umfasst eine aktive Lenkung 107, zwei waagrecht quer zur Längsachse beabstandete Sensoren 103 und eine Sattelplatte 102. Der Sattelschlepper 101 steht mit Abstand vor einem Auflieger 106, der einen Sattelzapfen 104 sowie einklappbare Stützen 109 umfasst. Ein Erreichen der Zielposition ist hier dann gegeben, wenn die Sattelplatte 102 in Draufsicht mittig unter dem Sattelzapfen 104 positioniert wurde. Die Stützen 109 umfassen Reflektoren 105, die so beschaffen und angebracht sind, dass sie durch Messung 108 von den Sensoren 103 hinsichtlich ihrer Richtung und/oder ihres Abstandes sensiert werden können.

Fig. 2 zeigt schematisch in Draufsicht die hier verwendeten geometrischen Beziehungen, Definitionen und Größen am Beispiel eines Sattelschleppers 207 als Fahrzeug vor einem teilweise angedeuteten unbewegten Auflieger 208 mit einem Sattelzapfen 205. Im als Zielort angenommenen Sattelzapfen 205 liegt der Ursprung eines ortsfesten rechtwinkligen Koordinatensystems aus x-Richtung 201 und y-Richtung 211. Die x-Richtung entspricht dabei der Längsachse des Aufliegers 208. Der Sattelschlepper 207 umfasst eine un gelenkte Hinterachse 206 und eine gelenkte Vorderachse 210 und hat einen Bezugspunkt 209, eine Position, eine Orientierung, einen Lenkwinkel β 204 und eine Längsachse 212. Als Bezugspunkt 209 für die Beschreibung des Sattelschleppers 207 wird hier die Mitte seiner Sattelplatte 102 verwendet. Die Position des Sattelschleppers 207 ist definiert durch die x-Koordinate und die y-Koordinate dieses Bezugspunkts 209. Speziell die y-Koordinate des Bezugspunkts 209 wird auch als Querversatz 202 bezeichnet. Die Orientierung des Sattelschleppers 207 ist definiert als der Winkel α 203, den die Längsachse 212 des Sattelschleppers 207 mit der x-Richtung 201 einschließt. Der Lenkwinkel β 204 des Sattelschleppers 207 ist definiert als der Winkel, den die Räder der Vorderachse 210 mit einer Parallele zu der Längsachse 212 des Sattelschleppers 207 einschließen.

Fig. 3 zeigt ein Blockdiagramm zur Erläuterung eines ersten Querlenkverfahrens 300 und einer ersten Querlenkvorrichtung 317 gemäß der Erfindung. Am Querlenkverfahren 300 beteiligt sind eine Sollversatzvorgabe 301, ein auf ein Fahrzeug 304 einwirkender Regler 303, eine Messvorrichtung 306, und ein Messwertefilter 305.

Der Regler 303 erhält von der Sollversatzvorgabe 301 einen Soll-Querversatz oder Sollversatz 308, sowie vom Messwertefilter 305 Werte für einen aktuellen Querversatz 311 und eine aktuelle Orientierung 312 des Fahrzeugs 304. Aus diesen Eingangsdaten leitet der Regler 303 einen Solllenkwinkel 310 her, der dann im Fahrzeug 304 durch Einwirkung auf die aktive Lenkung 107 realisiert wird. Der Sollversatz 308, d.h. der am Ende der Bewegung anzustrebende Querversatz 202 ist in den meisten praktischen Fällen gleich Null, in Sonderfällen können davon abweichende Werte zweckmäßig sein. Die Messvorrichtung 306 führt Abstands- und/oder Winkelmessungen zwischen dem Fahrzeug 304 und einer Zielposition 307 durch, die so gestaltet sind, dass daraus Orts- und Orientierungsdaten 313 des Fahrzeugs 304 hergeleitet werden können, und leitet diese her. Das Messwertefilter 305 verarbeitet die Orts- und Orientierungsdaten 313 und leitet daraus Werte für den aktuellen Querversatz 311 und die aktuelle Orientierung 312 des Fahrzeugs 304 her.

Für die von der Messvorrichtung 306 zwischen dem Fahrzeug 304 und der Zielposition 307 durchzuführenden Messungen 315 wirken Sensoren und detektierbare Markierungen zusammen, die auf unterschiedliche Weise angeordnet sein können. Beispielsweise können wie in dem in Fig. 1 gezeigten Anwendungsfall die Sensoren 103 fest am Fahrzeug 101, 304 und die Markierungen 105 fest in bekanntem Abstand zur Zielposition 104 angeordnet sein. Vorteilhaft hierbei ist, dass die Sensorsignale bereits im Fahrzeug 101, 304 vorliegen und nicht erst noch dorthin übertragen werden müssen.

Die umgekehrte Anordnung, d.h. Sensoren fest in bekanntem Abstand zur Zielposition und Markierungen fest am Fahrzeug 304 ist alternativ verwendbar. Vorteilhaft hierbei wäre, dass die Messungen der Sensoren direkt in einem Koordinatensystem relativ zur Zielposition erstellt würden und folglich nicht noch umgerechnet werden müssten.

Die Anzahl der Sensoren und der Markierungen sowie die Art der durchzuführenden Messungen, zum Beispiel Winkelmessung oder Abstandsmessung, richten sich nach den bekannten Prinzipien der Triangulation. Eine mögliche Konfiguration umfasst zwei beabstandete Sensoren am Fahrzeug und zwei beabstandete Markierungen fest in bekanntem Abstand zur Zielposition. Für jede einzelne Markierung reichen dann je eine Abstands- oder Winkelmessung von jedem der Sensoren aus, um den Ort der Markierung relativ zum Ort der Sensoren zu bestimmen. Aus den Orten der beiden Markierungen lässt sich dann zusätzlich die relative Orientierung zwischen Fahrzeug und Zielposition herleiten.

Die relativ zu einem ersten Koordinatensystem bestimmten Orts- und Orientierungswerte lassen sich mit bekannten Gleichungen in jedes andere verschobene und/oder gedrehte Koordinatensystem umrechnen.

Zur Verringerung von Messungenauigkeiten oder zur Erhöhung der Systemverfügbarkeit kann es zweckmäßig sein, darüber hinaus weitere zusätzliche Sensoren und/oder weitere zusätzliche Markierungen zu verwenden.

Fig. 4 zeigt ein Blockdiagramm zur Erläuterung eines zweiten Querlenkverfahrens 400 und einer zweiten Querlenkvorrichtung 417 gemäß der Erfindung. Am Querlenkverfahren 400 beteiligt sind eine Sollversatzvorgabe 401, ein Querversatzregler 402, ein auf ein Fahrzeug 404 einwirkender Orientierungsregler 403, eine Messvorrichtung 406, und ein Messwertefilter 405. Der Querversatzregler 402 und der Orientierungsregler 403 bilden zusammen einen Kaskadenregler 416.

Der Querversatzregler 402 erhält als Eingangsgröße den von der Sollversatzvorgabe 401 gelieferten Soll-Querversatz oder Sollversatz 408 abzüglich des vom Messwertefilter 405 gelieferten aktuellen Querversatzes 411, woraus der Querversatzregler 402 eine Sollorientierung 409 herleitet. Der Orientierungsregler 403 erhält als Eingangsgröße die Sollorientierung 409 abzüglich der vom Messwertefilter 405 gelieferten aktuellen Orientierung 412, woraus der Orientierungsregler 403 einen Solllenkwinkel 410 herleitet, der dann im Fahrzeug 404 durch Einwirkung auf die aktive Lenkung 107 realisiert wird.

Für den Sollversatz 408, die Messvorrichtung 406, die Orts- und Orientierungsdaten 413 und das Messwertefilter 405, sowie für die Sensoren und Markierungen gilt sinngemäß das oben zum ersten Querlenkverfahren 300 Gesagte.

Fig. 5 zeigt ein Blockdiagramm zur Erläuterung eines dritten Querlenkverfahrens 500 und einer dritten Querlenkvorrichtung 517 gemäß der Erfindung. Am Querlenkverfahren 500 beteiligt sind eine Sollversatzvorgabe 501, ein auf ein Fahrzeug 504 einwirkender Regler 503, eine Messvorrichtung 506, und ein Messwertefilter 505. Für die Sollversatzvorgabe 501, den Regler 503, den Solllenkwinkel 510 und die Messvorrichtung 506 gilt sinngemäß das oben zum ersten Querlenkverfahren 300 Gesagte. Das Messwertefilter 505 ist hier ein Kalmanfilter, das nicht nur die Orts- und Orientierungsdaten 513 von der Messvorrichtung 506, sondern zusätzlich eine gemessene Geschwindigkeit und einen gemessenen Lenkwinkel als Fahrteigenschaften 514 vom Fahrzeug 504 erhält. Das Kalmanfilter umfasst ein Bewegungsmodell 518 des Fahrzeugs 504, und berechnet mithilfe des Bewegungsmodells 518 aus den Orts- und Orientierungsdaten 513 sowie den Fahrteigenschaften 514 den aktuellen Querversatz 511 und die aktuelle Orientierung 512.

Fig. 6 zeigt ein Blockdiagramm zur Erläuterung eines vierten Querlenkverfahrens 600 und einer vierten Querlenkvorrichtung 617 gemäß der Erfindung. Am Querlenkverfahren 600 beteiligt sind eine Sollversatzvorgabe 601, ein Querversatzregler 602, ein auf ein Fahrzeug 604 einwirkender Orientierungsregler 603, eine Messvorrichtung 606, und ein Messwertefilter 605. Für den Querversatzregler 602 und den Orientierungsregler 603 gilt sinngemäß das oben zum zweiten Querlenkverfahren 400 Gesagte, sie bilden zusammen einen Kaskadenregler 616. Für das Messwertefilter 605 in Form eines Kalmanfilters gilt sinngemäß das oben zum dritten Querlenkverfahren 500 Gesagte.

Die hier verwendete Kalmanfilterung besteht aus zwei Verarbeitungsschritten, einem sogenannten „Messschritt“ und einem sogenannten „Updateschritt“.

Die in dieser Anwendung des Kalmanfilters zu verarbeitenden Größen sind berechnete Positionsdaten bestehend aus berechneten Ortsdaten x_k und y_k sowie einem berechneten Orientierungsdatum α_k . Der Suffix deutet hierbei an, dass es sich bei diesen Daten um zeitlich diskrete Folgen handelt. „k“ steht dabei für einen jeweils aktuellsten Wert, entsprechend steht „k-1“ für einen zeitlich vorhergehenden Wert. Die berechneten Positionsdaten werden im Kalmanfilter rekursiv verarbeitet. Das Kalmanfilter empfängt durch die Messungen mit den Sensoren und den Markierungen hergeleitete Orts- und Orientierungsdaten, die Ortsdaten x_s , y_s und ein Orientierungsdatum α_s umfassen.

Zusätzlich verarbeitet das bekannte Kalmanfilter intern noch sogenannte Gütewerte zu jeder der zu verarbeitenden Größen.

Da die Kalmanfilterung konzeptuell ein rekursives Verfahren ist, müssen alle beteiligten Größen geeignet initialisiert werden. Zur Initialisierung der Orts- und Orientierungsdaten können zum Beispiel die ersten Messwerte, oder geeignete typische Werte verwendet werden. Zur Initialisierung der Gütewerte können zum Beispiel geeignete typische Werte verwendet werden.

Im Messschritt der hier vorliegenden Anwendungen werden aus den jeweils neuesten Orts- und Orientierungsdaten x_s , y_s , α_s , und den vorherigen berechneten Positionsdaten x_{k-1} , y_{k-1} , α_{k-1} durch gewichtete Mittelung neue berechnete Positionsdaten x_k , y_k , α_k hergeleitet gemäß

$$x_k = (1-w) \cdot x_{k-1} + w \cdot x_s = x_{k-1} + w \cdot (x_s - x_{k-1})$$

$$y_k = (1-w) \cdot y_{k-1} + w \cdot y_s = y_{k-1} + w \cdot (y_s - y_{k-1})$$

$$\alpha_k = (1-w) \cdot \alpha_{k-1} + w \cdot \alpha_s = \alpha_{k-1} + w \cdot (\alpha_s - \alpha_{k-1}).$$

Hierbei leitet sich das Gewicht w , das immer aus dem Bereich 0 bis 1 ist, aus der Güte der Sensormessungen q und einer Varianz der Sensormessungen v_m her gemäß

$$w = 1 / (q \cdot v_m + 1).$$

Bei hohen Gütewerten q geht w also gegen 0 und die aus den Sensormessungen hergeleiteten Orts- und Orientierungsdaten gehen kaum noch ein. Bei niedrigen Gütewerten q geht w gegen 1, d.h. das gewichtete Mittel entspricht weitgehend den Orts- und Orientierungsdaten.

Die Varianz v_m der Sensormessungen kann zum Beispiel vorteilhaft für Ortsdaten als $0,5m$ und für Orientierungsdaten als 5° angenommen werden.

Der Messschritt wird bevorzugt immer dann durchgeführt, wenn neue Orts- und Orientierungsdaten vorliegen bzw. eintreffen.

Nach jedem Messschritt wird der Gütewert q verringert. Dies geschieht vorteilhaft gemäß

$$q_{\text{neu}} = \max(q_{\text{min}}, q_{\text{alt}}/(q_{\text{alt}}+q_{\text{mess}})).$$

q_{min} und q_{mess} können dabei - separat für die Gütewerte von Ortsdaten bzw. von Orientierungsdaten - fest vorgegeben werden. Für Ortsdaten ist $q_{\text{min}} = 0,1\text{m}$ und $q_{\text{mess}} = 0,5\text{m}$ vorteilhaft, für Orientierungsdaten ist $q_{\text{min}} = 2^\circ$ und $q_{\text{mess}} = 5^\circ$ vorteilhaft.

Im Updateschritt findet die Fusionierung der berechneten Positionsdaten mit den am Fahrzeug gemessenen inkrementellen Fahrteigenschaften statt. Die Fahrteigenschaften umfassen eine gemessene Geschwindigkeit v_{ist} und einen gemessenen Lenkwinkel β_{ist} .

Im Updateschritt der hier vorliegenden Anwendungen werden die berechneten Positionsdaten x_{alt} , y_{alt} , α_{alt} gemäß dem Bewegungsmodell 518 des Fahrzeugs in aktuelle Positionsdaten extrapoliert gemäß

$$\begin{aligned} x_{\text{neu}} &= x_{\text{alt}} + v_{\text{ist}} \cdot dt \cdot \cos(\alpha_{\text{alt}}), \\ y_{\text{neu}} &= y_{\text{alt}} + v_{\text{ist}} \cdot dt \cdot \sin(\alpha_{\text{alt}}) \text{ und} \\ \alpha_{\text{neu}} &= \alpha_{\text{alt}} + v_{\text{ist}} \cdot dt \cdot \tan(\beta_{\text{ist}})/z. \end{aligned}$$

Hierbei stellen die Fahrteigenschaften gemessener Lenkwinkel β_{ist} und gemessene Geschwindigkeit v_{ist} die Parameter des Bewegungsmodells 518 dar, und z ist der Radstand, entspricht also dem Abstand der Vorderräder von den Hinterrädern. Der Term „/z“ beschreibt also anschaulich, dass über dasselbe Zeitintervall dt bei derselben Geschwindigkeit v_{ist} derselbe Lenkwinkel β_{ist} bei kurzen Fahrzeugen eine stärkere Drehung $\alpha_{\text{neu}} - \alpha_{\text{alt}}$ bewirkt als bei längeren Fahrzeugen.

Der Updateschritt wird bevorzugt immer dann durchgeführt, wenn neue Fahrteigenschaften β_{ist} , v_{ist} vorliegen bzw. von der Messung am Fahrzeug eintreffen. Diese Zeitpunkte sind im Allgemeinen nicht synchron mit den aus der Sensormessung eintreffenden neuen Orts- und Orientierungsdaten. Typischerweise liegen neue Fahrteigenschaften deutlich öfter vor als neue Orts- und Orientierungsdaten.

Nach jedem Updateschritt wird der Gütewert q erhöht. Dies geschieht vorteilhaft gemäß

$$q_{\text{neu}} = q_{\text{alt}} + C_p \cdot v \cdot t_{\text{MS}},$$

Hierbei ist C_p eine jeweils zugeordnete Proportionalitätskonstante, v die Geschwindigkeit und t_{MS} die Zeit seit dem letzten Messschritt wobei C_p separat für die Güterwerte von Ortsdaten bzw. Orientierungsdaten fest angenommen wird. Für Ortsdaten ist $C_p = 0,1$ vorteilhaft, für Orientierungsdaten ist $C_p = 2 \text{ }^\circ/\text{m}$ vorteilhaft.

Eine zusätzliche Einflussgröße bei allen Querlenkverfahren 300, 400, 500, 600 ist die Längssteuerung, d.h. die Einwirkung auf Antriebsstrang und Bremssystem des Fahrzeugs. Diese bewirkt den Verlauf der Fahrzeuggeschwindigkeit über der Zeit und kann vollkommen unabhängig vorgegeben werden, zum Beispiel automatisch, teilautomatisch, manuell per Fernsteuerung von einem abgesehenen Fahrzeugführer oder manuell von einem im Fahrzeug befindlichen Fahrzeugführer. Die Wirkung der Längssteuerung schlägt sich zum einen in den über der Zeit sich ändernden Ortsdaten nieder, zum anderen aber auch in den eine gemessene Geschwindigkeit umfassenden Fahrteigenschaften 514, 614, und geht auf diese Weise in die Querlenkverfahren ein.

Die für die Messung 306, 406, 506, 606 verwendeten Sensoren 103 des Fahrzeugs 101, 207, 304, 404, 504, 604 können zum Beispiel ein Laserscanner, ein LIDAR oder eine Standbildkamera, oder eine Videokamera sein.

Bezugszeichenliste (Bestandteil der Beschreibung):

- 101 Sattelschlepper
- 102 Sattelplatte
- 103 Sensoren
- 104 Sattelzapfen
- 105 Reflektoren
- 106 Auflieger
- 107 aktive Lenkung
- 108 Messung
- 109 Stützen

- 201 x-Richtung
- 202 Querversatz
- 203 Orientierungswinkel α
- 204 Lenkwinkel β
- 205 Sattelzapfen = Koordinatenursprung
- 206 Hinterachse
- 207 Sattelschlepper
- 208 Auflieger
- 209 Referenzpunkt
- 210 Vorderachse
- 211 y-Richtung
- 212 Längsachse des Sattelschleppers

- 300 Querlenkverfahren
- 301 Sollversatzvorgabe
- 303 Regelung
- 304 Fahrzeug
- 305 Messwertefilter
- 306 Messvorrichtung
- 307 Zielposition
- 308 Sollversatz
- 310 Solllenkwinkel
- 311 aktueller Querversatz
- 312 aktuelle Orientierung
- 313 Orts- und Orientierungsdaten
- 315 Messung

- 317 Querlenkvorrichtung

- 400 Querlenkverfahren
- 401 Sollversatzvorgabe
- 402 Querversatzregler
- 403 Orientierungsregler
- 404 Fahrzeug
- 405 Messwertefilter
- 406 Messvorrichtung
- 407 Zielposition
- 408 Sollversatz
- 409 Sollorientierung
- 410 Solllenkwinkel
- 411 aktueller Querversatz
- 412 aktuelle Orientierung
- 413 Orts- und Orientierungsdaten
- 415 Messung
- 416 Kaskadenregler
- 417 Querlenkvorrichtung

- 500 Querlenkverfahren
- 501 Sollversatzvorgabe
- 503 Regelung
- 504 Fahrzeug
- 505 Kalmanfilter als Messwertefilter
- 506 Messvorrichtung
- 507 Zielposition
- 508 Sollversatz
- 510 Solllenkwinkel
- 511 aktueller Querversatz
- 512 aktuelle Orientierung
- 513 Orts- und Orientierungsdaten
- 514 Fahrteigenschaften
- 515 Messung
- 517 Querlenkvorrichtung
- 518 Bewegungsmodell
- 519 Gütewerte

- 600 Querlenkverfahren
- 601 Sollversatzvorgabe
- 602 Querversatzregler
- 603 Orientierungsregler
- 604 Fahrzeug
- 605 Kalmanfilter als Messwertefilter
- 606 Messvorrichtung
- 607 Zielposition
- 608 Sollversatz
- 609 Sollorientierung
- 610 Solllenkwinkel
- 611 aktueller Querversatz
- 612 aktuelle Orientierung
- 613 Orts- und Orientierungsdaten
- 614 Fahrteigenschaften
- 615 Messung
- 616 Kaskadenregler
- 617 Querlenkvorrichtung
- 618 Bewegungsmodell
- 619 Gütewerte

Patentansprüche

1. Ein Querlenkverfahren (300, 400, 500, 600) für das Bewegen eines eine aktive Lenkung (107) umfassenden Fahrzeugs (101, 207, 304, 404, 504, 604) in eine Zielposition (104, 205, 307, 407, 507, 607), umfassend:
 - Durchführen von eine Herleitung von Orts- und Orientierungsdaten ermöglichenden Abstands- und/oder Winkelmessungen (108, 315, 415, 515, 615) zwischen dem Fahrzeug (101, 207, 304, 404, 504, 604) und der Zielposition (104, 205, 307, 407, 507, 607),
 - Herleiten der Orts- und Orientierungsdaten (313, 413, 513, 613),
 - Filtern (306, 406, 506, 606) der Orts- und Orientierungsdaten (313, 413, 513, 613) zu Aktuellwerten (311, 312, 411, 412, 511, 512, 611, 612), welche aktuelle Ortswerte (311, 411, 511, 611) und aktuelle Orientierungswerte (312, 412, 512, 612) umfassen,
 - Durchführen einer Regelung (303, 402, 403, 503, 602, 603), die aus den Aktuellwerten (311, 312, 411, 412, 511, 512, 611, 612) Solllenkwinkel (310, 410, 510, 610) herleitet, und
 - Realisierung des Solllenkwinkels (310, 410, 510, 610) durch Einwirkung auf die aktive Lenkung (107) des Fahrzeugs (101, 207, 304, 404, 504, 604).

2. Das Querlenkverfahren gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass
 - das Filtern (305, 405, 505, 605) der Orts- und Orientierungsdaten (313, 413, 513, 613) eine Kalmanfilterung (505, 605) umfasst, bei der die Orts- und Orientierungsdaten (513, 613) unter Berücksichtigung von am Fahrzeug gemessenen Fahrteigenschaften (514, 614), Gütewerten (519, 619) und einem Bewegungsmodell (518, 618) des Fahrzeugs (101, 207, 304, 404, 504, 604) zu den Aktuellwerten (511, 512, 611, 612) aufbereitet werden.

3. Das Querlenkverfahren gemäß Anspruch 1 oder Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass
 - die Regelung (303, 402, 403, 503, 602, 603) eine Kaskadenregelung (416, 616) umfasst, bei der in einem äußeren Regelkreis (402, 602) aus den aktuellen Ortswerten (411, 611) eine Sollorientierung (409, 609) hergeleitet wird, und in einem inneren Regelkreis (403, 603) aus der Sollorientierung (409, 609) und dem aktuellen Orientierungswert (412, 612) der Solllenkwinkel (410, 610) hergeleitet wird.

4. Das Querlenkverfahren gemäß Anspruch 2 oder Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass

die Kalmanfilterung einen Messschritt und einen Updateschritt umfasst, derart dass im Messschritt aus jeweils neuesten Sensordaten und vorherigen berechneten Positionsdaten durch gewichtete Mittelung mit einem Gewicht w das gemäß $w = 1 / (q \cdot v_m + 1)$ von der Güte der Sensormessungen q und einer Varianz der Sensormessungen v_m abhängt, neue berechnete Positionsdaten hergeleitet werden, und im Updateschritt die berechneten Positionsdaten gemäß einem mit einem gemessenen Lenkwinkel und einer gemessenen Geschwindigkeit als Fahrteigenschaften (514, 614) parametrisierten Bewegungsmodell (518) in aktuelle Positionsdaten extrapoliert werden.

5. Das Querlenkverfahren gemäß Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Messschritt beim Vorliegen der jeweils neuen Sensordaten aktiviert wird, und der Updateschritt beim Vorliegen der jeweils neuen Fahrteigenschaften aktiviert wird.

6. Das Querlenkverfahren gemäß Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass nach dem Messschritt aus jedem alten Gütewert q_{alt} , einem zugeordneten Mindestgütewert q_{min} und einem zugeordneten Messgütewert q_{mess} ein neuer Gütewert q_{neu} bestimmt wird gemäß $q_{neu} = \max(q_{min}, q_{alt}/(q_{alt}+q_{mess}))$, wobei q_{min} und q_{mess} separat für Ortsdaten und Orientierungsdaten fest angenommen werden, und dass nach dem Updateschritt aus jedem alten Gütewert q_{alt} , einer zugeordneten Proportionalitätskonstante C_p , der Geschwindigkeit v und der Zeit t_{MS} seit dem letzten Messschritt ein neuer Gütewert q_{neu} bestimmt wird gemäß $q_{neu} = q_{alt} + C_p \cdot v \cdot t_{MS}$, wobei C_p separat für Ortsdaten und Orientierungsdaten fest angenommen wird.

7. Eine Querlenkvorrichtung (317, 417, 517, 617) für das Bewegen eines eine aktive Lenkung (107) umfassenden Fahrzeugs (101, 207, 304, 404, 504, 604) in eine Zielposition (104, 205, 307, 407, 507, 607), umfassend:
- Sensoren (103) und Markierungen (105), die so beschaffen und auf das Fahrzeug (101, 207, 304, 404, 504, 604) und die Zielposition (104, 205, 307, 407, 507, 607) verteilt sind, dass aus Abstands- und/oder Winkelmessungen (108, 315, 415, 515, 615) zwischen dem

Fahrzeug (101, 207, 304, 404, 504, 604) und der Zielposition (104, 205, 307, 407, 507, 607) Orts- und Orientierungsdaten (313, 413, 513, 613) hergeleitet werden können,

- eine Messvorrichtung (306, 406, 506, 606), die so eingerichtet ist, dass sie mittels der Sensoren (103) und Markierungen (105) die Abstands- und/oder Winkelmessungen (315, 415, 515, 615) zwischen dem Fahrzeug (101, 207, 304, 404, 504, 604) und der Zielposition (104, 205, 307, 407, 507, 607) durchführt, und daraus Orts- und Orientierungsdaten (313, 413, 513, 613) des Fahrzeugs (101, 207, 304, 404, 504, 604) herleitet,
- ein Messwertefilter (305, 405, 505, 605), das so eingerichtet ist, dass es aus den Orts- und Orientierungsdaten (313, 413, 513, 613) Aktuellwerte (311, 312, 411, 412, 511, 512, 611, 612) herleitet, welche aktuelle Ortswerte (311, 411, 511, 611) und aktuelle Orientierungswerte (312, 412, 512, 612) umfassen, und
- einen Regler (303, 402, 403, 503, 602, 603), der so eingerichtet ist, dass aus den Aktuellwerten (311, 312, 411, 412, 511, 512, 611, 612) Sollwinkel (310, 410, 510, 610) hergeleitet und durch Einwirkung auf die aktive Lenkung (107) realisiert werden.

8. Die Querlenkvorrichtung (517, 617) gemäß Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass

- das Messwertefilter (305, 405, 505, 605) als Kalmanfilter (505, 605) ausgebildet ist, so eingerichtet, dass die Orts- und Orientierungsdaten (513, 613) unter Berücksichtigung von am Fahrzeug gemessenen Fahrteigenschaften (514, 614), Gütewerten (519, 619) und einem Bewegungsmodell (518, 618) des Fahrzeugs (101, 207, 304, 404, 504, 604) zu den Aktuellwerten (511, 512, 611, 612) aufbereitet werden.

9. Die Querlenkvorrichtung (417, 617) gemäß Anspruch 7 oder Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass

der Regler (303, 402, 403, 503, 602, 603) als Kaskadenregler (416, 616) mit einem Querversatzregler (402, 602) eingerichtet um aus den aktuellen Ortswerten (411, 611) eine Sollorientierung (409, 609) herzuleiten, und einem Orientierungsregler (403, 603) eingerichtet um aus der Sollorientierung (409, 609) und dem aktuellen Orientierungswert (412, 612) den Sollwinkel (410, 610) herzuleiten, ausgebildet ist.

10. Die Querlenkvorrichtung (417, 617) gemäß Anspruch 8 oder Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass

das Kalmanfilter eingerichtet ist, einen Messschritt und einen Updateschritt durchzuführen, derart dass im Messschritt aus jeweils neuesten Sensordaten und vorherigen berechneten Positionsdaten durch gewichtete Mittelung mit einem Gewicht w

das gemäß $w = 1 / (q \cdot v_m + 1)$ von der Güte der Sensormessungen q und einer Varianz der Sensormessungen v_m abhängt, neue berechnete Positionsdaten hergeleitet werden, und im Updateschritt die berechneten Positionsdaten gemäß einem mit einem gemessenen Lenkwinkel und einer gemessenen Geschwindigkeit als Fahrteigenschaften (514, 614) parametrisierten Bewegungsmodell (518) in aktuelle Positionsdaten extrapoliert werden.

11. Die Querlenkvorrichtung (417, 617) gemäß Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass

das Kalmanfilter eingerichtet ist, den Messschritt beim Vorliegen der jeweils neuen Sensordaten zu aktivieren, und den Updateschritt beim Vorliegen der jeweils neuen Fahrteigenschaften zu aktivieren.

12. Das Querlenkverfahren gemäß Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass

das Kalmanfilter eingerichtet ist, nach dem Messschritt aus jedem alten Gütewert q_{alt} , einem zugeordneten Mindestgütewert q_{min} und einem zugeordneten Messgütewert q_{mess} einen neuen Gütewert q_{neu} zu bestimmen gemäß

$$q_{\text{neu}} = \max (q_{\text{min}}, q_{\text{alt}} / (q_{\text{alt}} + q_{\text{mess}})),$$

wobei q_{min} und q_{mess} separat für Ortsdaten und Orientierungsdaten fest angenommen sind,

und nach dem Updateschritt aus jedem alten Gütewert q_{alt} , einer zugeordneten Proportionalitätskonstante C_p , der Geschwindigkeit v und der Zeit t_{MS} seit dem letzten Messschritt einen neuen Gütewert q_{neu} zu bestimmen gemäß

$$q_{\text{neu}} = q_{\text{alt}} + C_p \cdot v \cdot t_{\text{MS}},$$

wobei C_p separat für Ortsdaten und Orientierungsdaten fest angenommen wird.

13. Ein Fahrzeug (101, 207, 304, 404, 504, 604), insbesondere angetriebenes Zugfahrzeug (101, 207), mit einer aktiven Lenkung (107), dadurch gekennzeichnet, dass es eingerichtet ist, ein Querlenkverfahren (300, 400, 500, 600) nach einem der Ansprüche 1 bis 5 durchzuführen, und/oder dass es eine Querlenkvorrichtung (317, 417, 517, 617) nach einem der Ansprüche 6 bis 10 aufweist.

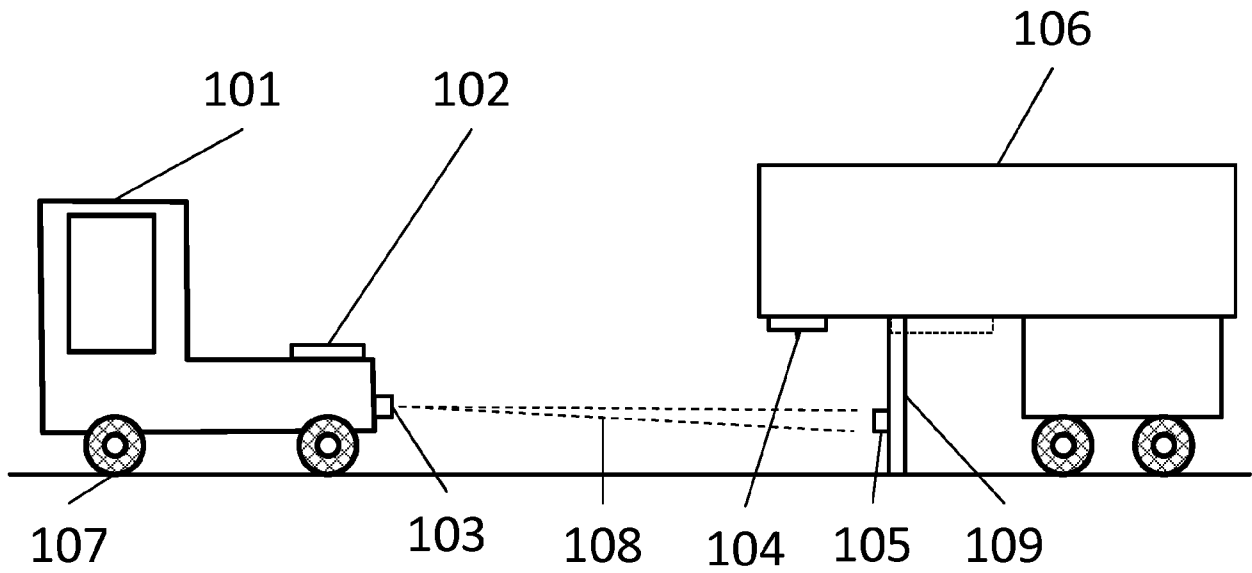


Fig. 1

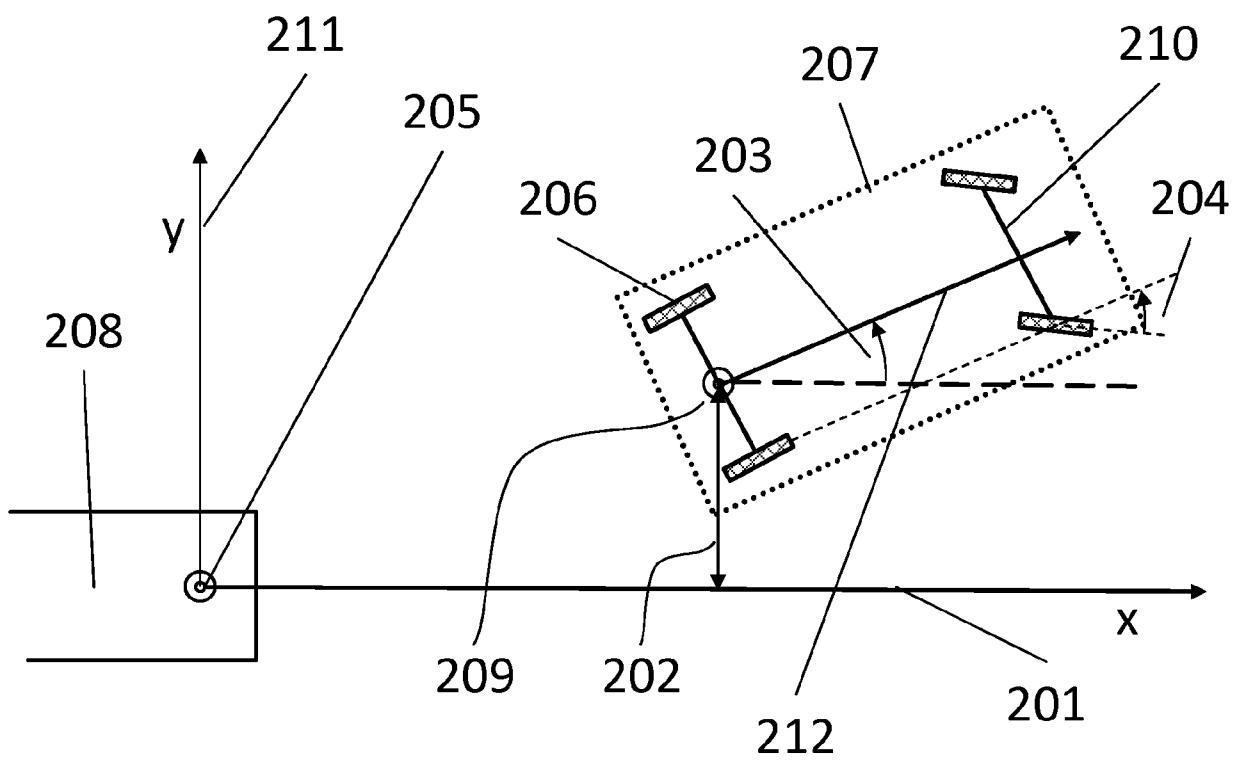


Fig. 2

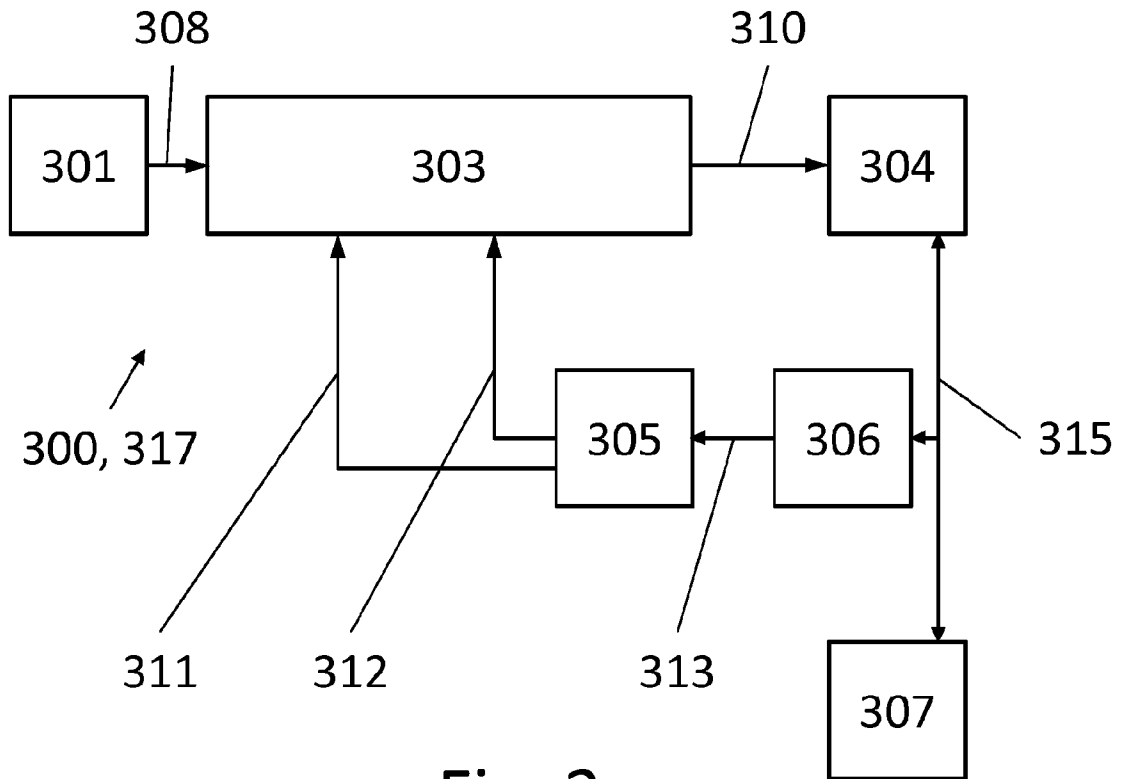


Fig. 3

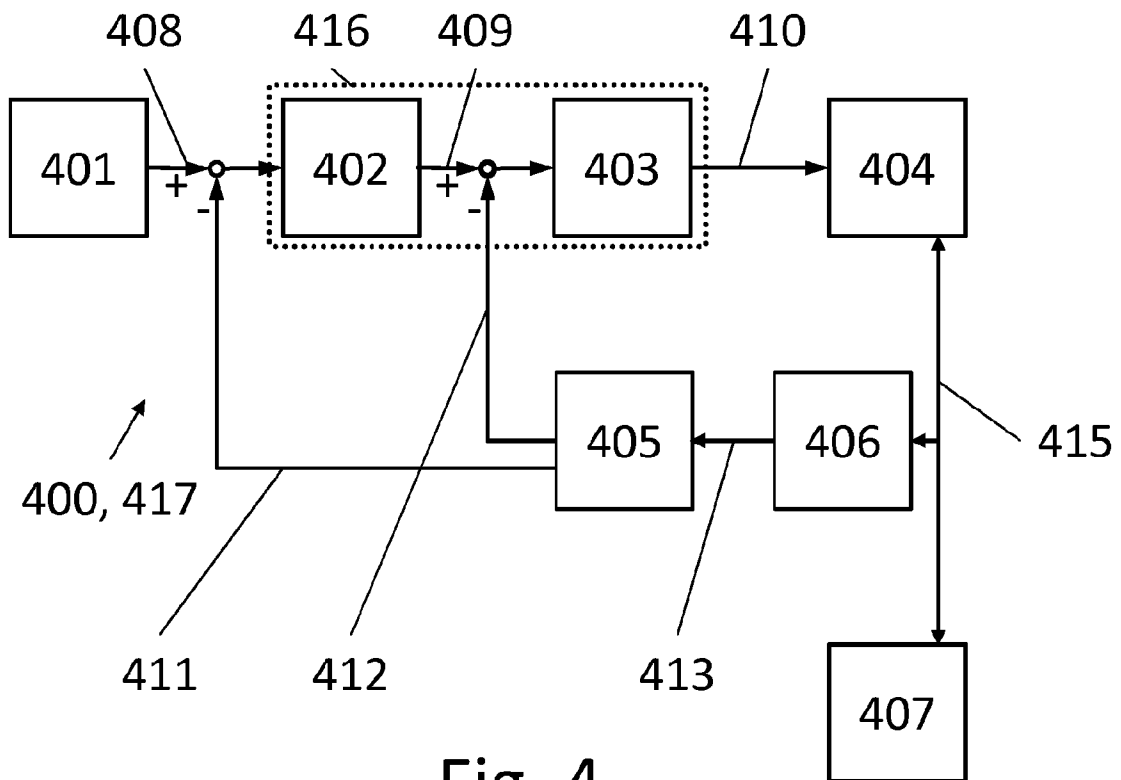


Fig. 4

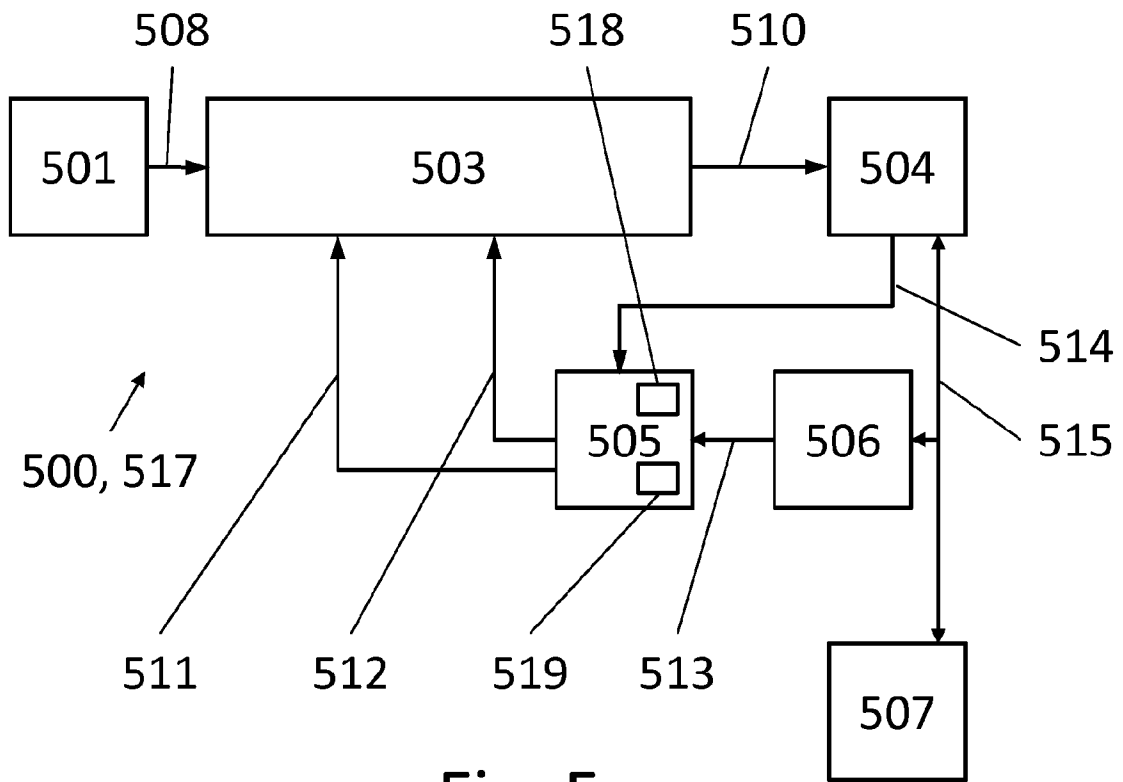


Fig. 5

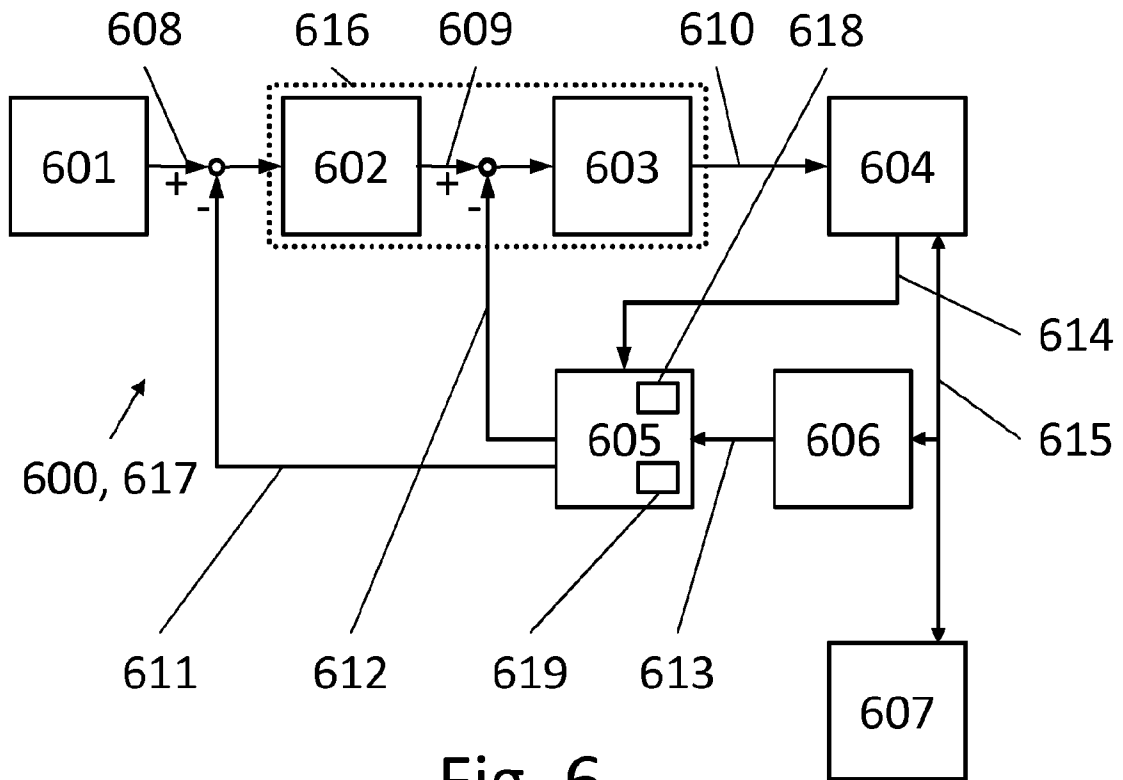


Fig. 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2019/071661

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER <i>B62D 15/02</i> (2006.01)i; <i>B60D 1/36</i> (2006.01)i		
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) B60W; B62D; B60D; G05D		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 102010004920 A1 (ZF LENKSYSTEME GMBH [DE]; BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 21 July 2011 (2011-07-21) claims 1-3	1-3,7-9
A	US 9403413 B2 (GM GLOBAL TECH OPERATIONS LLC [US]) 02 August 2016 (2016-08-02) claim 2	1,7,13
A	US 2016304122 A1 (HERZOG BRANDON [US] ET AL) 20 October 2016 (2016-10-20) paragraph [0021] paragraph [0025]	1,7,13
A	US 2018095103 A1 (HIRAI YOSHITO [JP] ET AL) 05 April 2018 (2018-04-05) claims 1,3	1,2,7,8,13
A	DE 102016011366 A1 (DAIMLER AG [DE]) 06 April 2017 (2017-04-06) abstract	1,2,7,8,13
A	DE 102016217637 A1 (VOLKSWAGEN AG [DE]) 15 March 2018 (2018-03-15) paragraph [0012]	1,2,7,8,13
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 22 November 2019		Date of mailing of the international search report 09 December 2019
Name and mailing address of the ISA/EP European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer Pemberton, Paul Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2019/071661

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2013211656 A1 (AN KYOUNG-HWAN [KR] ET AL) 15 August 2013 (2013-08-15) paragraph [0124]	1,2,7,8,13
A	US 2018087907 A1 (DEBITETTO PAUL [US] ET AL) 29 March 2018 (2018-03-29) paragraph [0028]; claim 5	1,2,7,8,13
A	US 2018086336 A1 (JONES TROY [US] ET AL) 29 March 2018 (2018-03-29) paragraph [0027]	1,2,7,8,13
A	US 2018136665 A1 (MUDALIGE UPALI P [US] ET AL) 17 May 2018 (2018-05-17) paragraph [0048]	1,7,13
A	DE 102016212195 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 11 January 2018 (2018-01-11) paragraph [0043]	4,10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2019/071661

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
DE	102010004920	A1	21 July 2011	NONE	
US	9403413	B2	02 August 2016	CN 105082910 A	25 November 2015
				DE 102015107206 A1	10 November 2016
				US 2015321666 A1	12 November 2015
US	2016304122	A1	20 October 2016	CN 106043281 A	26 October 2016
				EP 3081405 A2	19 October 2016
				JP 2016203972 A	08 December 2016
				US 2016304122 A1	20 October 2016
US	2018095103	A1	05 April 2018	CN 107884002 A	06 April 2018
				EP 3301474 A1	04 April 2018
				JP 2018055539 A	05 April 2018
				US 2018095103 A1	05 April 2018
DE	102016011366	A1	06 April 2017	NONE	
DE	102016217637	A1	15 March 2018	CN 107826168 A	23 March 2018
				DE 102016217637 A1	15 March 2018
				US 2018073891 A1	15 March 2018
US	2013211656	A1	15 August 2013	KR 20130091907 A	20 August 2013
				US 2013211656 A1	15 August 2013
US	2018087907	A1	29 March 2018	NONE	
US	2018086336	A1	29 March 2018	NONE	
US	2018136665	A1	17 May 2018	CN 108068792 A	25 May 2018
				DE 102017126925 A1	17 May 2018
				US 9971352 B1	15 May 2018
DE	102016212195	A1	11 January 2018	CN 107571868 A	12 January 2018
				DE 102016212195 A1	11 January 2018

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. B62D15/02 B60D1/36
 ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 B60W B62D B60D G05D

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.
X	DE 10 2010 004920 A1 (ZF LENKSYSTEME GMBH [DE]; BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 21. Juli 2011 (2011-07-21) Ansprüche 1-3	1-3,7-9
A	US 9 403 413 B2 (GM GLOBAL TECH OPERATIONS LLC [US]) 2. August 2016 (2016-08-02) Anspruch 2	1,7,13
A	US 2016/304122 A1 (HERZOG BRANDON [US] ET AL) 20. Oktober 2016 (2016-10-20) Absatz [0021] Absatz [0025]	1,7,13
A	US 2018/095103 A1 (HIRAI YOSHITO [JP] ET AL) 5. April 2018 (2018-04-05) Ansprüche 1,3	1,2,7,8, 13
	----- -/--	

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

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

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

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft 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 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

22. November 2019

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

09/12/2019

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

Pemberton, Paul

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 10 2016 011366 A1 (DAIMLER AG [DE]) 6. April 2017 (2017-04-06) Zusammenfassung -----	1,2,7,8, 13
A	DE 10 2016 217637 A1 (VOLKSWAGEN AG [DE]) 15. März 2018 (2018-03-15) Absatz [0012] -----	1,2,7,8, 13
A	US 2013/211656 A1 (AN KYOUNG-HWAN [KR] ET AL) 15. August 2013 (2013-08-15) Absatz [0124] -----	1,2,7,8, 13
A	US 2018/087907 A1 (DEBITETTO PAUL [US] ET AL) 29. März 2018 (2018-03-29) Absatz [0028]; Anspruch 5 -----	1,2,7,8, 13
A	US 2018/086336 A1 (JONES TROY [US] ET AL) 29. März 2018 (2018-03-29) Absatz [0027] -----	1,2,7,8, 13
A	US 2018/136665 A1 (MUDALIGE UPALI P [US] ET AL) 17. Mai 2018 (2018-05-17) Absatz [0048] -----	1,7,13
A	DE 10 2016 212195 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 11. Januar 2018 (2018-01-11) Absatz [0043] -----	4,10

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2019/071661

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102010004920 A1	21-07-2011	KEINE	
US 9403413 B2	02-08-2016	CN 105082910 A	25-11-2015
		DE 102015107206 A1	10-11-2016
		US 2015321666 A1	12-11-2015
US 2016304122 A1	20-10-2016	CN 106043281 A	26-10-2016
		EP 3081405 A2	19-10-2016
		JP 2016203972 A	08-12-2016
		US 2016304122 A1	20-10-2016
US 2018095103 A1	05-04-2018	CN 107884002 A	06-04-2018
		EP 3301474 A1	04-04-2018
		JP 2018055539 A	05-04-2018
		US 2018095103 A1	05-04-2018
DE 102016011366 A1	06-04-2017	KEINE	
DE 102016217637 A1	15-03-2018	CN 107826168 A	23-03-2018
		DE 102016217637 A1	15-03-2018
		US 2018073891 A1	15-03-2018
US 2013211656 A1	15-08-2013	KR 20130091907 A	20-08-2013
		US 2013211656 A1	15-08-2013
US 2018087907 A1	29-03-2018	KEINE	
US 2018086336 A1	29-03-2018	KEINE	
US 2018136665 A1	17-05-2018	CN 108068792 A	25-05-2018
		DE 102017126925 A1	17-05-2018
		US 9971352 B1	15-05-2018
DE 102016212195 A1	11-01-2018	CN 107571868 A	12-01-2018
		DE 102016212195 A1	11-01-2018