



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, ST,
SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,
VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

- (84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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)

taken into account to determine the deviation, the transverse offset (V) being determined from input information or being adaptively adjusted during travel of the vehicle (1) within the lane (F) such that the vehicle (1) is automatically oriented within the lane (F) taking into account the transverse offset (V) which is determined or adaptively adjusted during travel.

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum automatisierten Ausrichten eines Fahrzeuges (1) innerhalb eines Fahrstreifens (F) in Abhängigkeit einer vorgegebenen Soll-Querposition (QSoll), mit mindestens den folgenden Schritten: - Ermitteln einer Ist-Querposition (QIst) des Fahrzeuges (1) innerhalb des Fahrstreifens (F); - Ermitteln einer Abweichung in Abhängigkeit der Ist-Querposition (QIst) und der vorgegebenen Soll-Querposition (QSoll); - Ermitteln und Ausgeben eines Soll-Lenkradwinkels und/oder eines Soll-Lenkradmoments in Abhängigkeit der ermittelten Abweichung derart, dass sich die Abweichung bei einer Ansteuerung eines aktiven Lenksystems mit dem ausgegebenen Soll-Lenkradwinkel und/oder mit dem ausgegebenen Soll-Lenkradmoment verringert; und - Ansteuern des aktiven Lenksystems mit dem ausgegebenen Soll-Lenkradwinkel und/oder mit dem ausgegebenen Soll-Lenkradmoment, dadurch gekennzeichnet, dass zum Ermitteln der Abweichung zusätzlich ein Querversatz (V) berücksichtigt wird, wobei der Querversatz (V) während der Fahrt des Fahrzeuges (1) innerhalb des Fahrstreifens (F) aus Eingangs-Informationen ermittelt oder adaptiv angepasst wird, so dass das Fahrzeug (1) unter Berücksichtigung des während der Fahrt ermittelten oder adaptiv angepassten Querversatzes (V) automatisiert innerhalb des Fahrstreifens (F) ausgerichtet wird.

Verfahren zum Ausrichten eines Fahrzeuges auf einem Fahrstreifen,
Spurhaltesystem und Fahrzeug

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Ausrichten eines Fahrzeuges auf einem Fahrstreifen, ein Spurhaltesystem zur Durchführung des Verfahrens sowie ein Fahrzeug, insbesondere Nutzfahrzeug.

Mit einem Spurhaltesystem wird ein Fahrzeug normalerweise derartig in Abhängigkeit einer vorgegebenen Soll-Querposition auf einem Fahrstreifen ausgerichtet, dass zunächst eine Ist-Querposition des Fahrzeuges auf dem Fahrstreifen ermittelt wird, daraus eine Abweichung zu der vorgegebenen Soll-Querposition festgestellt wird und anschließend ein Soll-Lenkradwinkel und/oder ein Soll-Lenkradmoment derartig bestimmt wird, dass sich die festgestellte Abweichung bei einer Ansteuerung eines aktiven Lenksystems mit dem ausgegebenen Soll-Lenkradwinkel und/oder mit dem ausgegebenen Soll-Lenkradmoment verringert, sich vorzugsweise an Null annähert.

Derartige Spurhaltesysteme sind nur bedingt anpassbar an ein natürliches Verhalten eines Fahrers oder an Gegebenheiten in der Umgebung um das Fahrzeug, beispielsweise in Stausituationen. Aufgrund des geringen Komforts ist die Akzeptanz für ein solches Spurhaltesystem eher gering.

US 2015/0248132 A1 beschreibt beispielhaft ein Spurhaltesystem, bei dem korrigierende Lenkeingriffe vorgenommen werden. US 2014/0257628 A1 beschreibt ein Spurhaltesystem, bei dem ein Ist-Lenkradmoment und ein Ist-Lenkradsignal überwacht werden und anhand dessen Resonanzfrequenzen des Lenksystems überwacht werden, um festzustellen, ob der Fahrer das Lenkrad hält oder nicht. KR 101830714 B1 beschreibt ein Spurhaltesystem, das in Abhängigkeit eines Fahrverhaltens des Fahrers aktiv, passiv oder ausgeschaltet wird.

Aufgabe der Erfindung ist daher, ein Verfahren und ein Spurhaltesystem bereitzustellen, die in einfacher Weise eine Verbesserung des Fahrerkomforts ermöglichen. Aufgabe ist weiterhin, ein entsprechendes Fahrzeug bereitzustellen.

Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren, ein Spurhaltesystem und ein Fahrzeug gemäß den unabhängigen Ansprüchen gelöst. Die Unteransprüche geben bevorzugte Weiterbildungen an.

Erfindungsgemäß ist demnach vorgesehen, dass in einem Verfahren zum automatisierten Ausrichten eines Fahrzeuges auf einem Fahrstreifen bzw. gleichbedeutend damit innerhalb eines Fahrstreifens in Abhängigkeit einer vorgegebenen Soll-Querposition, d.h. einer Position quer zur Fahrtrichtung des Fahrzeuges, mindestens die folgenden Schritte durchgeführt werden:

- Ermitteln einer Ist-Querposition des Fahrzeuges auf dem Fahrstreifen;
- Ermitteln einer Abweichung in Abhängigkeit der Ist-Querposition und der vorgegebenen Soll-Querposition;
- Ermitteln und Ausgeben eines Soll-Lenkradwinkels und/oder eines Soll-Lenkradmoments in Abhängigkeit der ermittelten Abweichung derartig, dass sich die Abweichung bei einer nachfolgenden Ansteuerung eines aktiven Lenksystems mit dem ausgegebenen Soll-Lenkradwinkel und/oder mit dem ausgegebenen Soll-Lenkradmoment verringert und sich dabei vorzugsweise an Null annähert; und
- Ansteuern des aktiven Lenksystems mit dem ausgegebenen Soll-Lenkradwinkel und/oder mit dem ausgegebenen Soll-Lenkradmoment zum automatisierten Ausrichten des Fahrzeuges auf dem Fahrstreifen, durch Kompensieren der vorher ermittelten Abweichung,

wobei zum Ermitteln der Abweichung zusätzlich ein veränderbarer Querversatz berücksichtigt wird, wobei der Querversatz nicht der Ist-Querposition entspricht oder nicht unmittelbar damit zusammenhängt, wobei der Querversatz während der Fahrt des Fahrzeuges auf dem Fahrstreifen aus Eingangs-Informationen, die ebenfalls während der Fahrt erfasst werden, ermittelt oder adaptiv angepasst wird, so dass das Fahrzeug unter Berücksichtigung des während der Fahrt ermittelten oder adaptiv angepassten Querversatzes automatisiert auf dem Fahrstreifen ausgerichtet wird.

Vorteilhafterweise kann also von der ursprünglich vorgegebenen Soll-Querposition auf dem Fahrstreifen, beispielsweise die Fahrstreifenmitte, auch abgewichen werden, was sich nach dem adaptiv ermittelbaren oder anpassbaren Querversatz richtet. Dieser kann dann anhand beliebiger Eingangs-Informationen, die sich durch die aktuelle Fahrsituation ergeben, ermittelt werden, so dass sich eine automatische Anpassung der Ausrichtung während der Fahrt in Abhängigkeit der aktuellen Fahrsituation ergibt. Da sich das Verhalten des Spurhaltesystems auf diese Weise variabel anpassen lässt, steigt die Akzeptanz und auch der Fahrerkomfort wird erhöht.

Vorzugsweise kann dabei vorgesehen sein, dass eine angepasste Ist-Querposition aus der ermittelten Ist-Querposition und dem während der Fahrt ermittelten oder adaptiv angepassten Querversatz gebildet wird, z.B. durch Bilden einer Differenz aus beiden, und die Abweichung aus der angepassten Ist-Querposition und der vorgegebenen Soll-Querposition ermittelt wird. Ist also ein für die Ausrichtung des Fahrzeuges zuständiger Spurhalte-Algorithmus selbst nicht in der Lage, den Querversatz zu berücksichtigen, so kann diesem, statt wie üblich die Ist-Querposition, in einfacher Weise die den Querversatz berücksichtigende angepasste Ist-Querposition übertragen werden, wobei dies vorzugsweise in einem dem Spurhalte-Algorithmus vorgeschalteten Eingangs-Berechnungsmodul geschieht. Die Abweichung wird dann basierend darauf ermittelt und das Fahrzeug entsprechend unter Berücksichtigung des Querversatzes ausgerichtet.

Alternativ kann für den Fall, dass der Spurhalte-Algorithmus den Querversatz selbst berücksichtigen kann, vorgesehen sein, dass eine angepasste Soll-Querposition aus der vorgegebenen Soll-Querposition und dem ermittelten oder adaptiv angepassten Querversatz gebildet wird, z.B. durch Bilden einer Summe aus beiden vorzugsweise in dem Spurhalte-Algorithmus, und die Abweichung dann aus der ermittelten Ist-Querposition und der angepassten Soll-Querposition ermittelt wird. Auf diese Weise kann die Anpassung direkt in dem Spurhalte-Algorithmus implementiert werden, beispielsweise durch eine entsprechende Software-Anpassung.

Vorzugsweise ist weiterhin vorgesehen, dass der Querversatz limitiert wird, vorzugsweise durch eine Fahrstreifen-Breite und/oder eine Fahrzeug-Breite und/oder

eine Position der Fahrstreifenbegrenzungen des Fahrstreifens. Dadurch wird erreicht, dass keine sicherheitskritischen Zustände dadurch entstehen, dass das Fahrzeug unter Berücksichtigung des ermittelten oder angepassten Querversatzes auf einen Nachbar-Fahrstreifen gelangt und/oder benachbarte Fahrzeuge stört.

Vorzugsweise ist weiterhin vorgesehen, dass der Querversatz während der Fahrt des Fahrzeuges auf dem Fahrstreifen aus mindestens einer Eingangs-Information ermittelt oder angepasst wird, die ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus: eine Umgebungs-Information, eine Verkehrszeichen-Information, eine Objekt-Information, eine Navigations-Information, eine Infrastruktur-Information, eine Fremdfahrzeug-Information, eine Fahrstreifen-Information, von Fahrdynamiksensoren erfasste Fahrdynamikgrößen. Zum Ermitteln des Querversatzes stehen also eine Reihe von Informationen über die aktuelle Fahrsituation zur Verfügung, aufgrund derer oder in Abhängigkeit derer das Fahrzeug entsprechend angepasst auf dem Fahrstreifen ausgerichtet werden kann.

Beispielsweise kann vorgesehen sein, dass als Fahrdynamikgrößen ein Ist-Lenkradwinkel und/oder ein Ist-Lenkradmoment erfasst werden, während das aktive Lenksystem mit dem ausgegebenen Soll-Lenkradwinkel und/oder mit dem ausgegebenen Soll-Lenkradmoment angesteuert wird, wobei der Querversatz währenddessen adaptiv angepasst wird,

- solange der Ist-Lenkradwinkel von dem vorgegebenen Soll-Lenkradwinkel abweicht, und/oder
- solange das Ist-Lenkradmoment von dem vorgegebenen Soll-Lenkradmoment abweicht,

und die Abweichung währenddessen in Abhängigkeit dieses adaptiv angepassten Querversatzes ermittelt und der Bestimmung des Soll-Lenkradwinkels und/oder des Soll-Lenkradmomentes zugrunde gelegt wird. Es wird also geprüft oder beobachtet, ob der Fahrer aktiv gegen das aktive Lenksystem arbeitet, d.h. das Fahrzeug auf einer Ist-Querposition halten möchte, die nicht der Soll-Querposition entspricht.

Folglich wird dann adaptiv ein Querversatz ermittelt oder angepasst, der den Fahrerwunsch berücksichtigt, so dass das Spurhaltesystem durch eine entsprechende Anpassung der Ist-Querposition oder der Soll-Querposition automatisch den Fahrerwunsch berücksichtigt. Dies erhöht die Akzeptanz für ein

solches Spurhaltesystem und den Fahrerkomfort, da dieser die Ausrichtung des Fahrzeuges in komfortabler Weise mitbestimmen kann.

Vorzugsweise ist dabei weiterhin vorgesehen, dass der Querversatz solange adaptiv angepasst wird,

- bis der Ist-Lenkradwinkel mit dem ermittelten Soll-Lenkradwinkel übereinstimmt, und/oder
- bis das Ist-Lenkradmoment mit dem ermittelten Soll-Lenkradmoment übereinstimmt, wobei die Abweichung zwischen der dann vorliegenden Ist-Querposition und der ursprünglichen Soll-Querposition (unangepasst), dem Querversatz entspricht, der vom Fahrer gewünscht ist. Dieser Querversatz kann also dann in einfacher Weise der zukünftigen Ausrichtung des Fahrzeuges dauerhaft zugrunde gelegt werden, bis der Fahrer beispielsweise eine erneute Anpassung einleitet.

Vorzugsweise ist weiterhin vorgesehen, dass zum Ermitteln der Abweichung nur dann zusätzlich ein veränderbarer Querversatz berücksichtigt wird und/oder nur dann ein Querversatz von ungleich Null ermittelt wird, wenn aus den Eingangs-Informationen folgt, dass

- eine Fahrzeug-Geschwindigkeit des Fahrzeuges einen vorgegebenen Geschwindigkeits-Schwellwert überschritten oder unterschritten hat, und/oder
- der Fahrstreifen einer vorgegebenen Fahrbahnart zugehörig ist, beispielsweise einer Autobahn oder einer Landstraße.

Es kann also gezielt eine Fahrbahnart und/oder eine Fahrzeug-Geschwindigkeit parametrisiert werden, bei denen die Adaption-Funktionalität überhaupt aktiviert wird. Dies ist dahingehend vorteilhaft, dass eine Abweichung von der ursprünglich vorgegebenen Soll-Querposition nur in bestimmten Fahrsituationen überhaupt sinnvoll ist.

So kann beispielsweise vorgesehen sein, dass der Querversatz während der Fahrt des Fahrzeuges auf dem Fahrstreifen einer Autobahn bei Unterschreiten eines Geschwindigkeits-Schwellwertes von beispielsweise 40km/h oder 30km/h derartig ermittelt oder angepasst wird, dass das Fahrzeug zur Bildung einer Rettungsgasse beiträgt. Eine Rettungsgasse ist dabei lediglich bei bestimmten Fahrbahnarten

sinnvoll und auch nur dann, wenn sich ein Stau bildet (bei geringen Fahrzeug-Geschwindigkeiten), d.h. nur dann ist üblicherweise das Bilden einer Rettungsgasse vorgesehen.

Vorzugsweise ist dazu vorgesehen, dass aus den Eingangs-Informationen ermittelt wird, auf welchem Fahrstreifen sich das Fahrzeug befindet, beispielsweise auf einem äußerst linken Fahrstreifen, auf einem mittleren Fahrstreifen oder auf einem äußerst rechten Fahrstreifen, und der Querversatz zum Bilden der Rettungsgasse derartig in Abhängigkeit des Fahrstreifens vorgegeben wird, dass das Fahrzeug

- bei einer Fahrt auf dem äußerst linken Fahrstreifen maximal links auf dem äußerst linken Fahrstreifen ausgerichtet wird, oder
- bei einer Fahrt auf dem mittleren Fahrstreifen maximal rechts auf dem mittleren Fahrstreifen ausgerichtet wird, oder
- bei einer Fahrt auf dem äußerst rechten Fahrstreifen maximal rechts auf dem äußerst rechten Fahrstreifen ausgerichtet wird. Dies entspricht den üblichen Vorgaben zur Bildung einer Rettungsgasse, so dass das Spurhaltesystem automatisch zur Einhaltung der Vorgaben beitragen kann, ohne dass der Fahrer zur Ausrichtung des Fahrzeuges auf dem Fahrstreifen tätig werden muss.

Vorzugsweise ist weiterhin vorgesehen, dass aus den Eingangs-Informationen ermittelt wird, ob sich das Fahrzeug auf einen Tunnel zubewegt und der Querversatz in Abhängigkeit einer aus den Eingangs-Informationen ermittelten Tunnel-Höhe für den aktuelle Fahrstreifen, auf dem sich das Fahrzeug befindet, ermittelt oder angepasst wird. Auf diese Weise kann sichergestellt werden, dass eine für die aktuelle Ist-Querposition vorgeschriebene Mindesthöhe unterschritten wird und das Fahrzeug dadurch nicht beispielsweise einer Tunnelwand zu nahekommt, wenn der Querversatz oder die Soll-Querposition wie vorher vorgegebenen umgesetzt werden.

Vorzugsweise ist vorgesehen, dass aus den Eingangs-Informationen ermittelt wird, ob sich das Fahrzeug auf ein Objekt, beispielsweise einen Baum, zubewegt, das in einen lichten Raum des Fahrstreifens ragt und der Querversatz in Abhängigkeit davon derartig ermittelt oder angepasst wird, dass eine Berührung mit dem Objekt vermieden wird. Auf diese Weise kann auch bei einer solchen Fahrsituation

automatisch durch das Spurhaltesystem reagiert und das Fahrzeug entsprechend auf dem Fahrstreifen ausgerichtet werden, ohne dass der Fahrer eingreifen muss.

Vorzugsweise ist weiterhin vorgesehen, dass aus den Eingangs-Informationen ermittelt wird, ob ein relevantes Ereignis auf einem Nachbar-Fahrstreifen oder einem Standstreifen auftritt, wobei der Querversatz bei Auftreten eines relevanten Ereignisses derartig festgelegt wird, dass sich das Fahrzeug auf dem Fahrstreifen von dem Nachbar-Fahrstreifen oder dem Standstreifen entfernt. Auf diese Weise kann beispielsweise bei einem liegengebliebenen Fremdfahrzeug auf der Standspur oder bei Personen oder defekten Fremdfahrzeugen auf einem Nachbar-Fahrstreifen oder bei sonstigen relevanten Ereignissen automatisch eine geänderte Ausrichtung des Fahrzeuges über eine entsprechende Festlegung des Querversatzes bewirkt werden, um Gefahrensituationen aufgrund des relevanten Ereignisses zu vermeiden.

Vorzugsweise ist weiterhin vorgesehen, dass bei einer Ermittlung oder einer Anpassung des Querversatzes eine Fahrerwarnung ausgegeben wird. Auf diese Weise wird eine Anpassung der Ausrichtung des Fahrzeuges transparent gemacht, so dass sich der Fahrer nicht wundert oder aufschreckt.

Erfindungsgemäß ist weiterhin ein Spurhaltesystem zum automatisierten Ausrichten eines Fahrzeuges auf einem Fahrstreifen in Abhängigkeit einer vorgegebenen Soll-Querposition, insbesondere gemäß einem erfindungsgemäßen Verfahren, und ein Fahrzeug mit einem solchen Spurhaltesystem vorgesehen. Das Spurhaltesystem weist dabei ein Spurhaltemodul mit einem Spurhalte-Eingang zum Aufnehmen von Eingangs-Informationen und einem Spurhalte-Ausgang zum Ausgeben eines Soll-Lenkradwinkels und/oder eines Soll-Lenkradmoments auf, wobei das Spurhaltemodul ferner einen Spurhalte-Algorithmus aufweist, wobei der Spurhalte-Algorithmus ausgebildet ist, in Abhängigkeit einer Ist-Querposition des Fahrzeuges auf dem Fahrstreifen und der vorgegebenen Soll-Querposition eine Abweichung zu ermitteln und in Abhängigkeit der ermittelten Abweichung den Soll-Lenkradwinkel und/oder das Soll-Lenkradmoment derartig zu bestimmen, dass sich die Abweichung bei einer Ansteuerung eines mit dem Spurhalte-Ausgang verbindbaren oder verbundenen aktiven Lenksystems mit dem ausgegebenen Soll-Lenkradwinkel und/oder mit dem ausgegebenen Soll-Lenkradmoment verringert,

wobei das Spurhaltesystem weiterhin ein Adoptionsmodul aufweist, vorzugsweise als Bestandteil des Spurhaltemoduls, beispielsweise als Software oder Hardware, wobei das Adoptionsmodul ausgebildet ist, während der Fahrt des Fahrzeuges auf dem Fahrstreifen aus den Eingangs-Informationen einen Querversatz zu ermitteln oder adaptiv anzupassen und dem Spurhaltemodul derartig bereitzustellen, dass bei der Ermittlung der Abweichung zusätzlich der Querversatz berücksichtigt werden kann, um das Fahrzeug unter Berücksichtigung des während der Fahrt ermittelten oder adaptiv angepassten Querversatzes automatisiert auf dem Fahrstreifen auszurichten.

Auf diese Weise ist für eine Anpassung der Ausrichtung lediglich ein zusätzliches Adoptionsmodul als Hardware- oder Software-Erweiterung nötig, das mit dem Spurhalte-Algorithmus entsprechend Signale oder Daten austauschen kann.

Die Erfindung wird im Folgenden anhand der beiliegenden Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Ansicht eines Fahrzeuges mit einem erfindungsgemäßen Spurhaltesystem;

Fig. 2 das Fahrzeug gemäß Fig. 1 während einer Fahrt auf einem Fahrstreifen; und

Fig. 3a, 3b beispielhafte Ansichten einer Umgebung um das Fahrzeug.

Figur 1 zeigt eine stark schematisierte Ansicht eines Fahrzeuges 1 mit einem aktiven Lenksystem 2 und einem Spurhaltesystem 3. Das Spurhaltesystem 3 weist ein Spurhaltemodul 4 auf, das beispielsweise über einen Spurhalte-Algorithmus SA einen Soll-Lenkradwinkel $WSoll$ und/oder ein Soll-Lenkradmoment $MSoll$ ermittelt und über einen Spurhalte-Ausgang 4a ausgibt. Der Spurhalte-Ausgang 4a ist signalleitend mit einem Lenksystem-Eingang 2a verbunden, so dass das aktive Lenksystem 2 den an den Spurhalte-Ausgang 4a ausgegebenen Soll-Lenkradwinkel $WSoll$ und/oder Soll-Lenkradmoment $MSoll$ über einen Lenk-Aktuator 2b umsetzen kann. Das Fahrzeug 1 wird dadurch automatisch entsprechend dem Soll-Lenkradwinkel $WSoll$ und/oder Soll-Lenkradmoment $MSoll$ gelenkt.

Der Spurhalte-Algorithmus SA ermittelt den Soll-Lenkradwinkel $WSoll$ und/oder das Soll-Lenkradmoment $MSoll$ dabei in Abhängigkeit einer aktuellen Ist-Querposition $QIst$ des Fahrzeuges 1 innerhalb eines Fahrstreifens F sowie einer vorgegebenen Soll-Querposition $QSoll$, beispielsweise im Rahmen eines Regelkreises. Wie in Fig. 2 dargestellt, ist als Soll-Querposition $QSoll$ normalerweise eine Fahrstreifenmitte FM vorgegeben, so dass das Spurhaltesystem 3 das Fahrzeug 1 normalerweise auf der Fahrstreifenmitte FM hält bzw. das Fahrzeug 1 mittig auf dem Fahrstreifen F ausrichtet, insofern die Spurhalte-Funktionalität XS aktiviert ist.

Die Ermittlung der Ist-Querposition $QIst$ erfolgt in Abhängigkeit von Umgebungs-Signalen SE1, die dem Spurhaltemodul 4 über einen Spurhalte-Eingang 4b von einer Umfeldsensorik 5 zugeführt werden. Die Umfeldsensorik 5 kann beispielsweise einen Radar-Sensor 5a, einen LIDAR-Sensor 5b, eine Kamera 5c, oder dergleichen aufweisen, wobei die dann ausgegebenen Umgebungs-Signale SE1 eine Umgebung U um das Fahrzeug 1 charakterisieren. Die Ist-Querposition $QIst$ des Fahrzeuges 1 innerhalb des Fahrstreifens F kann dann beispielsweise aus den von der Umfeldsensorik 5 aufgenommenen seitlichen Fahrstreifenbegrenzungen FB abgeleitet werden, beispielsweise in einem Eingangs-Berechnungsmodul 4c. Die Ist-Querposition $QIst$ kann dabei beispielsweise auf eine Fahrzeug-Längsmittelachse 1a und/oder einen Fahrzeug-Schwerpunkt 1b bezogen sein.

Aus der so ermittelten Ist-Querposition $QIst$ des Fahrzeuges 1 innerhalb des Fahrstreifens F kann dann vom Spurhalte-Algorithmus SA eine Abweichung D zur vorgegebenen Soll-Querposition $QSoll$ ermittelt werden (oder alternativ eine vergleichbare, die Abweichung D charakterisierende Größe). In Abhängigkeit der ermittelten Abweichung D wird vom Spurhalte-Algorithmus SA dann ein entsprechender Soll-Lenkradwinkel $WSoll$ und/oder ein entsprechendes Soll-Lenkradmoment $MSoll$ derartig ermittelt, dass sich bei einer Einstellung dieses ermittelten Soll-Lenkradwinkels $WSoll$ und/oder Soll-Lenkradmoments $MSoll$ durch das aktive Lenksystem 2 die Abweichung D verringert, bis sich das Fahrzeug 1 schließlich wieder auf der vorgegebenen Soll-Querposition $QSoll$ innerhalb des Fahrstreifens F befindet.

Ausgehend davon ist vorgesehen, dass das Spurhaltesystem 3 bzw. der Spurhalte-Algorithmus SA das Fahrzeug 1 bei aktivierter Spurhalte-Funktionalität XS zusätzlich in Abhängigkeit eines adaptiv ermittelten oder adaptiv angepassten Querversatzes V bzw. Offsets auf dem Fahrstreifen F ausrichten kann, insofern eine zusätzliche Adaption-Funktionalität XA aktiviert ist. Die angepasste Ausrichtung des Fahrzeuges 1 wird dabei dadurch erreicht, dass aus der vorgegebenen Soll-Querposition QSoll und dem adaptiv ermittelten oder angepassten Querversatz V eine angepasste Soll-Querposition QaSoll gebildet wird, beispielsweise durch Addition mit der Soll-Querposition ($QaSoll = QSoll + V$), wobei die angepasste Soll-Querposition QaSoll dann vom Spurhalte-Algorithmus SA als Führungsgröße des Regelkreises verwendet wird. Gleichwirkend dazu kann aber auch aus der Ist-Querposition QIst und dem adaptiv ermittelten oder angepassten Querversatz V eine angepasste Ist-Querposition Qalst gebildet werden, beispielsweise durch Subtraktion von der Ist-Querposition ($Qalst = QIst - V$). Der Spurhalte-Algorithmus SA verwendet dann die angepasste Ist-Querposition Qalst als Regelgröße des Regelkreises, um das Fahrzeug 1 entsprechend auf dem Fahrstreifen F auszurichten.

Der Soll-Lenkradwinkel WSoll und/oder das Soll-Lenkradmoment MSoll als Stellgröße(n) des Regelkreises werden also in beiden Fällen zusätzlich in Abhängigkeit des adaptiv ermittelten oder angepassten Querversatzes V gebildet, insofern die Adaption-Funktionalität XA aktiviert ist. Die adaptive Ermittlung oder Anpassung des Querversatzes V erfolgt dabei durch ein Adaptionsmodul 4d innerhalb des Spurhaltemoduls 4, wobei das Adaptionsmodul 4d als Software oder Hardware innerhalb des Spurhaltemoduls 4 ausgeführt sein kann. Je nach Aktivierung des Adaptionsmoduls 4d bzw. der Adaption-Funktionalität XA kann dieses einen Querversatz V bilden und ausgeben.

Das Adaptionsmodul 4d übergibt den adaptiv ermittelten oder angepassten Querversatz V dann direkt dem Spurhalte-Algorithmus SA, so dass dieser den angepassten Soll-Querversatz QaSoll ermitteln und basierend darauf die Stellgrößen (WSoll, MSoll) berechnen kann. Alternativ kann der adaptiv ermittelte oder angepasste Querversatz V aber auch dem Eingangs-Berechnungsmodul 4c übergeben werden, in dem der Ist-Querversatz QIst aus den Umgebungs-Signalen SE1 ermittelt wird. Das Eingangs-Berechnungsmodul 4c ermittelt dann den

angepassten Ist-Querversatz Q_{Ist} aus beiden (Q_{Ist} , V) und gibt diesen an den Spurhalte-Algorithmus SA aus, so dass dieser basierend darauf die Stellgrößen (W_{Soll} , M_{Soll}) berechnen kann. In beiden Fällen wird das Fahrzeug 1 in Abhängigkeit des adaptiv ermittelten oder adaptiv angepassten Querversatzes V auf dem Fahrstreifen F ausgerichtet.

Dem Adaptionmodul 4d stehen zum Ermitteln oder Anpassen des Querversatzes V eine Reihe von Eingangs-Informationen IE zur Verfügung, wobei die Eingangs-Informationen IE aus Eingangs-Signalen SE generiert werden, die dem Spurhaltemodul 4 über den Spurhalte-Eingang 4b zur Verfügung gestellt werden. Als Eingangs-Signale SE werden dabei beispielsweise die Umgebungs-Signale SE1 von der Umfeldsensorik 5, Fahrdynamik-Signale SE2 von Fahrdynamik-Sensoren 6 und Fremd-Signale SE3 von externen Datenquellen 7 zur Verfügung gestellt.

Als Fahrdynamik-Sensoren 6 können beispielsweise ein Geschwindigkeitssensor 6a zum Ermitteln einer Fahrzeug-Geschwindigkeit v_1 , ein Lenkradwinkel-Sensor 6b zum Ermitteln eines Ist-Lenkradwinkels W_{Ist} , ein Lenkradmoment-Sensor 6c zum Ermitteln eines Ist-Lenkradmoments M_{Ist} , oder weitere Sensoren zum Ermitteln von Fahrdynamikgrößen G vorgesehen sein. Die jeweils gemessenen Fahrdynamikgrößen G werden dann über die Fahrdynamik-Signale SE2 ausgegeben und an das Spurhaltemodul 4 übermittelt. In dem Adaptionmodul 4d können die jeweiligen Fahrdynamikgrößen G dann direkt als Eingangs-Informationen IE zum Ermitteln des Querversatzes V herangezogen werden.

Bei den externen Datenquellen 7 handelt es sich beispielsweise um ein Satelliten-Navigationssystem 7a (GPS, GNSS, ...) zum Ermitteln einer Navigations-Information IN, ein V2X-Kommunikationssystem 7b (V2X – vehicle to X (X = vehicle oder infrastructure)) zum Ermitteln einer Fremdfahrzeug-Information I9 oder einer Infrastruktur-Information II, oder weitere Datenquellen, die externe Informationen über die Fremd-Signale SE3 bereitstellen können. Diese externen Informationen IN, I9, II können dann in dem Adaptionmodul 4d als Eingangs-Informationen IE zum Ermitteln des Querversatzes V herangezogen werden.

Aus den Umgebungs-Signalen SE1, die die Umgebung U um das Fahrzeug 1 charakterisieren, lassen sich beispielsweise im Adoptionsmodul 4d oder im Eingangs-Berechnungsmodul 4c über eine TSR-Erkennung (TSR – Traffic Sign Recognition) beispielsweise Verkehrszeichen-Informationen IV als Eingangs-Informationen IE gewinnen. Weiterhin können im Adoptionsmodul 4d oder im Eingangs-Berechnungsmodul 4c über entsprechende Bildverarbeitungs-Algorithmen Objekt-Informationen IO zu bestimmten Objekten O auf oder neben dem Fahrstreifen F, beispielsweise auf dem Standstreifen S, oder oberhalb des Fahrstreifens F, beispielsweise Tunnel 8, Bäume, etc. gewonnen werden. Dabei kann auch eine Objekt-Dynamik OD ermittelt werden. Auch eine Fahrbahn-Information IF betreffend die Fahrbahnart AF, z.B. Autobahn AF1, Landstraße AF2, der der Fahrstreifen F zugehörig ist, kann im Adoptionsmodul 4d oder im Eingangs-Berechnungsmodul 4c durch eine entsprechende Bildverarbeitung aus den Umgebungs-Signalen SE1 gewonnen werden.

Mit den genannten Eingangs-Informationen IE lässt sich ein Querversatz V wie folgt ermitteln oder anpassen und das Spurhaltesystem 3 damit wie folgt betreiben:

Gemäß einer Ausführungsform ist bei einer Fahrt des Fahrzeuges 1 auf einer Autobahn AF1 vorgesehen, dass das Adoptionsmodul 4d bzw. die Adoptions-Funktionalität XA bei einer Fahrzeug-Geschwindigkeit v_1 aktiviert wird, die größer ist als ein parametrierbarer Geschwindigkeits-Schwellwert v_G von beispielsweise 50km/h. Die Fahrzeug-Geschwindigkeit v_1 steht dabei als Eingangs-Information IE aus den Fahrdynamik-Signalen SE2 bzw. den Fahrdynamikgrößen G zur Verfügung. Ob es sich um eine Fahrt auf der Autobahn AF1 handelt, lässt sich aus den Fahrbahn-Informationen IF und/oder aus den Navigations-Informationen IN herleiten.

Erkennt der Spurhalte-Algorithmus SA bei der Aktivierung der Spurhalte-Funktionalität XS, dass die Ist-Querposition Q_{Ist} des Fahrzeuges 1 nicht mit der Soll-Querposition Q_{Soll} übereinstimmt bzw. eine Abweichung D vorliegt, werden wie beschrieben entsprechende Soll-Lenkradwinkel W_{Soll} und/oder Soll-Lenkradmomente M_{Soll} ermittelt und an das aktive Lenksystem 2 ausgegeben, um die Abweichung D zu kompensieren.

Währenddessen werden vom aktivierten Adaptionsmodul 4d aus den Fahrdynamik-Signalen SE2 bzw. aus den Fahrdynamikgrößen G (Eingangs-Informationen IE) der Ist-Lenkradwinkel W_{ist} und/oder das Ist-Lenkradmoment M_{ist} ausgewertet. Folgt aus der Auswertung dieser Fahrdynamikgrößen G (und ggf. weiterer Größen), dass der Fahrer kontinuierlich bzw. über einen längeren Zeitraum von beispielsweise mehr als 10 Sekunden gegenlenkt bzw. gegen das aktive Lenksystem 2 arbeitet, d.h. das Fahrzeug 1 versucht auf einer Ist-Querposition Q_{ist} zu halten, die nicht der Soll-Querposition Q_{soll} entspricht, wird vom Adaptionsmodul 4d schrittweise ein Querversatz V ermittelt bzw. dieser adaptiv angepasst. Das Gegenlenken durch den Fahrer kann beispielsweise dadurch erkannt werden, dass der Ist-Lenkradwinkel W_{ist} über den Zeitraum nicht dem vom Spurhalte-Algorithmus SA vorgegebenen Soll-Lenkradwinkel W_{soll} bzw. das Ist-Lenkmoment M_{ist} über den Zeitraum nicht dem vom Spurhalte-Algorithmus SA vorgegebenen Soll-Lenkmoment M_{soll} entspricht und sich diesem auch nicht annähert.

Der Querversatz V wird dabei solange vom Adaptionsmodul 4d ermittelt bzw. adaptiv angepasst, bis erkannt wird, dass der Fahrer nicht mehr gegenlenkt bzw. bis der Ist-Lenkradwinkel W_{ist} dem vorgegebenen Soll-Lenkradwinkel W_{soll} bzw. bis das Ist-Lenkradmoment M_{ist} dem vorgegebenen Soll-Lenkradmoment M_{soll} entspricht. Der fortlaufend ermittelte bzw. adaptiv angepasste Querversatz V wird dabei fortlaufend wie beschrieben entweder dem Spurhalte-Algorithmus SA übergeben, so dass dieser dann auf die daraus folgende angepasste Soll-Querposition $Q_{a,soll}$ ($Q_{soll} + V$) regelt, oder aber an das Eingangs-Berechnungsmodul 4c, das daraus eine angepasste Ist-Querposition $Q_{a,ist}$ ($Q_{ist} - V$) ermittelt und diese dem Spurhalte-Algorithmus SA vorgibt.

Der Querversatz V wird also adaptiv so lange angepasst, bis sich eine Ist-Querposition Q_{ist} ergibt, bei der der oben beschriebenen Fall eintritt, dass der Fahrer nicht mehr gegenlenkt. Der Unterschied zwischen der ursprünglich vorgegebenen Soll-Querposition Q_{soll} , z.B. der Fahrstreifenmitte FM, und der dann tatsächlich vorliegenden Ist-Querposition Q_{ist} entspricht dann im Wesentlichen direkt dem Querversatz V .

Dabei ist vorgesehen (nicht nur in dieser Ausführungsform), dass der Querversatz V limitiert ist durch eine Fahrstreifenbreite FW des Fahrstreifens F , durch die Lage der Fahrstreifenbegrenzungen FB und durch eine Fahrzeug-Breite $1W$ (einschließlich einer Ladung), wobei diese Größen dem Adaptionmodul 4d ebenfalls als Eingangs-Information IE zur Verfügung gestellt werden können. Auf diese Weise kann je nach Situation sichergestellt werden, dass der Spurhalte-Algorithmus SA und das Adaptionmodul 4d keine Vorgaben machen, die dazu führen, dass sich das Fahrzeug 1 auf der Fahrstreifenbegrenzung FB bewegt oder auf einem Nachbar-Fahrstreifen FN fährt.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist bei einer Fahrt des Fahrzeuges 1 auf einer Autobahn $AF1$ vorgesehen, dass die Adaption-Funktionalität XA bzw. das Adaptionmodul 4d bei einer Fahrzeug-Geschwindigkeit $v1$ aktiviert wird, die kleiner ist als ein parametrierbarer Geschwindigkeits-Schwellwert vG von beispielsweise 30km/h. Die Fahrzeug-Geschwindigkeit $v1$ steht dabei als Eingangs-Information IE aus den Fahrdynamik-Signalen $SE2$ bzw. den Fahrdynamikgrößen G zur Verfügung. Ob es sich um eine Fahrt auf der Autobahn $AF1$ handelt, lässt sich aus den Fahrbahn-Informationen IF und/oder aus den Navigations-Informationen IN herleiten. Bei einer Aktivierung des Adaptionmoduls 4a bzw. der Adaption-Funktionalität XA unter diesen Bedingungen ($AF1$, $v1 < 30\text{km/h}$) wird nachfolgend vom Adaptionmodul 4d adaptiv ein Querversatz V ermittelt, bei dessen Berücksichtigung das Fahrzeug 1 zur Bildung einer Rettungsgasse R beiträgt. Zusätzlich kann bei einer erweiterten Ausführungsform das Einleiten des Unterstützens der Bildung der Rettungsgasse davon abhängig gemacht werden, ob seitens des Rettungsfahrzeuges oder eines anderen Fahrzeuges oder eines Infrastrukturelementes (z.B. Road Side Unit) das Herannahen eines Rettungsfahrzeuges per Funk angekündigt wird. Dafür muss das Fahrzeug 1 dann zusätzlich mit einem entsprechenden Funkkommunikationsmodul für die V2X-Kommunikation, entsprechend vehicle-to-everything ausgestattet sein.

Um dies zu erreichen, wird beispielsweise anhand der Fahrbahn-Informationen IF und/oder der Navigations-Informationen IN und/oder der Umgebungs-Informationen IU zunächst ermittelt, auf welchem Fahrstreifen F der Autobahn $AF1$ sich das Fahrzeug 1 befindet, beispielsweise auf einem äußerst linken Fahrstreifen $F1a$, auf einem mittleren Fahrstreifen $F1b$ oder auf einem äußerst rechten Fahrstreifen $F1c$.

Zur Bildung einer Rettungsgasse R wird dann vom Adaptionmodul 4d ein Querversatz V ermittelt und ausgegeben, bei dessen Berücksichtigung durch das Spurhaltesystem 3 das Fahrzeug 1

- bei einer Fahrt auf dem äußerst linken Fahrstreifen F1a maximal links auf dem äußerst linken Fahrstreifen F1a ausgerichtet wird, oder
- bei einer Fahrt auf dem mittleren Fahrstreifen F1b maximal rechts auf dem mittleren Fahrstreifen F1b ausgerichtet wird, oder
- bei einer Fahrt auf dem äußerst rechten Fahrstreifen F1c maximal rechts auf dem äußerst rechten Fahrstreifen F1c ausgerichtet wird.

In Ländern mit Linksverkehr ist zur Bildung der Rettungsgasse R eine entsprechend gespiegelte Ausrichtung vorgesehen.

Auf diese Weise kann bei einer Aktivierung des Adaptionmoduls 4d bzw. der Adaption-Funktionalität XA gemäß dieser Ausführungsform ein Querversatz V vorgegeben werden, mit dem dann automatisch eine Spuranpassung zur Bildung einer Rettungsgasse R erfolgt, ohne dass der Fahrer dazu tätig werden muss. Der vorgegebene Querversatz V wird dann wie beschrieben entweder dem Spurhalte-Algorithmus SA übergeben, so dass dieser dann auf die daraus folgende angepasste Soll-Querposition $Q_{\text{Soll}} (Q_{\text{Soll}} + V)$ regelt, oder aber an das Eingangs-Berechnungsmodul 4c, das daraus eine angepasste Ist-Querposition $Q_{\text{Ist}} (Q_{\text{Ist}} - V)$ ermittelt und diese dem Spurhalte-Algorithmus SA vorgibt.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform, die auch mit anderen Ausführungsformen kombiniert werden kann, ist bei einer Fahrt des Fahrzeuges 1 auf einem Fahrstreifen F einer beliebigen Fahrbahnart AF, z.B. Autobahn AF1, Landstraße AF2, etc., vorgesehen, dass die Adaption-Funktionalität XA bzw. das Adaptionmodul 4d aktiviert wird, wenn erkannt wird, dass sich das Fahrzeug 1 auf einen Tunnel 8 zubewegt, wie beispielhaft in Fig. 3a dargestellt. Die Information, ob ein Tunnel 8 vorausliegt, kann beispielsweise aus der Navigations-Information IN und/oder der Infrastruktur-Information II des V2X-Kommunikationssystems 7b und/oder der Verkehrszeichen-Information IV und/oder der Objekt-Information IO hergeleitet werden. Aus diesen Eingangs-Informationen IE lässt sich dabei auch eine Tunnel-Höhe 8H ableiten, die für jeden Fahrstreifen F der jeweiligen Fahrbahn variabel sein kann, wie in Fig. 3a dargestellt.

Auf diese Weise kann bei einer Aktivierung des Adaptionmoduls 4a bzw. der Adaption-Funktionalität XA unter diesen Bedingungen (Tunnel 8 vorhanden) für den aktuellen Fahrstreifen F, in dem sich das Fahrzeug 1 befindet, adaptiv ein Querversatz V in Abhängigkeit der fahrstreifenabhängigen Tunnelhöhe 8H ermittelt oder der Querversatz V in Abhängigkeit der Tunnelhöhe 8H limitiert werden. Dadurch wird erreicht, dass sich das Fahrzeug 1, das eine bestimmte Fahrzeug-Höhe 1H aufweist, nicht auf einer Ist-Querposition QIst innerhalb des aktuellen Fahrstreifens F bewegt, bei der die Fahrzeug-Höhe 1H größer oder gleich einer von der Tunnelhöhe 8H abhängigen zulässigen Gesamthöhe für diesen Fahrstreifen F ist. Der vorgegebene Querversatz V wird dann wie beschrieben entweder dem Spurhalte-Algorithmus SA übergeben, so dass dieser dann auf die daraus folgende angepasste Soll-Querposition QaSoll ($Q_{Soll} + V$) regelt, oder aber an das Eingangs-Berechnungsmodul 4c, das daraus eine angepasste Ist-Querposition QIst ($Q_{Ist} - V$) ermittelt und diese dem Spurhalte-Algorithmus SA vorgibt.

Ergänzend kann (auch in allen anderen Ausführungsformen) vorgesehen sein, dass eine Fahrerwarnung WF ausgegeben wird, über die der Fahrer über die Festlegung und/oder Anpassung eines Querversatzes V informiert wird, so dass dieser nachvollziehen kann, warum als Soll-Querposition QSoll nicht mehr beispielsweise die Fahrstreifenmitte FM gilt.

Analog zu der beschriebenen Ausführungsform mit der Festlegung des Querversatzes V in Abhängigkeit der fahrstreifenabhängigen Tunnelhöhe 8H kann bei einer Fahrt des Fahrzeuges 1 auf einem Fahrstreifen F einer beliebigen Fahrbahnart AF, z.B. Autobahn AF1, Landstraße AF2, etc., vorgesehen, dass die Adaption-Funktionalität XA bzw. das Adaptionmodul 4d aktiviert wird, wenn erkannt wird, dass sich das Fahrzeug 1 auf ein Objekt O, beispielsweise ein Baum, oberhalb und/oder seitlich des Fahrstreifens F bewegt, das in den lichten Raum des Fahrstreifens F hineinragt. Dies wird beispielsweise durch das in Fig. 3b dargestellte Verkehrsschild „unzureichendes Lichtraumprofil“ angedeutet, das von dem Adaptionmodul 4d beispielsweise aus den über die TSR-Erkennung gewonnenen Verkehrszeichen-Informationen IU und/oder aus den Navigations-Informationen IN und/oder aus den Infrastruktur-Information II abgeleitet werden kann.

Auf diese Weise kann bei einer Aktivierung des Adaptionmoduls 4a bzw. der Adaption-Funktionalität XA unter diesen Bedingungen („unzureichendes Lichtraumprofil“, Objekt O im lichten Raum vorhanden) für den aktuellen Fahrstreifen F, in dem sich das Fahrzeug 1 befindet, adaptiv ein Querversatz V ermittelt oder der Querversatz V entsprechend limitiert werden. Dadurch wird erreicht, dass sich das Fahrzeug 1, das eine bestimmte Fahrzeug-Höhe 1H aufweist, nicht auf einer Ist-Querposition QIst innerhalb des aktuellen Fahrstreifens F bewegt, bei der das jeweils hineinragende Objekt O vom Fahrzeug 1 berührt wird. Der vorgegebene Querversatz V wird dann wie beschrieben entweder dem Spurhalte-Algorithmus SA übergeben, so dass dieser dann auf die daraus folgende angepasste Soll-Querposition QaSoll ($QSoll + V$) regelt, oder aber an das Eingangs-Berechnungsmodul 4c, das daraus eine angepasste Ist-Querposition QaIst ($QIst - V$) ermittelt und diese dem Spurhalte-Algorithmus SA vorgibt.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform, die auch mit anderen Ausführungsformen kombiniert werden kann, ist bei einer Fahrt des Fahrzeuges 1 auf einem Fahrstreifen F einer beliebigen Fahrbahnart AF, z.B. Autobahn AF1, Landstraße AF2, etc., vorgesehen, dass die Adaption-Funktionalität XA bzw. das Adaptionmodul 4d aktiviert wird, wenn erkannt wird, dass sich ein relevantes Ereignis E auf einem Nachbar-Fahrstreifen FN oder einem Standstreifen S ergibt, wie in Fig. 2 dargestellt. Dabei kann es sich beispielsweise um ein Objekt O, beispielsweise Personen, oder ein (defektes) Fremdfahrzeug 9 oder eine Wanderbaustelle auf dem Nachbar-Fahrstreifen FN oder dem Standstreifen S handeln, oder ein Nachbar-Fahrstreifen FN fällt weg (Fahrbahnverengung). Die Information über das relevante Ereignis E auf dem Nachbar-Fahrstreifen FN oder dem Standstreifen S kann beispielsweise aus der Fremdfahrzeug-Information I9 und/oder den Objekt-Informationen IO und/oder den Umgebungs-Informationen IU und/oder den Navigations-Informationen IN hergeleitet werden.

Auf diese Weise kann bei einer Aktivierung des Adaptionmoduls 4a bzw. der Adaption-Funktionalität XA unter diesen Bedingungen (relevantes Ereignis E auf dem Nachbar-Fahrstreifen FN oder dem Standstreifen S) für den aktuellen Fahrstreifen F, in dem sich das Fahrzeug 1 befindet, adaptiv ein Querversatz V in

Abhängigkeit des jeweiligen Nachbar-Fahrstreifens FN oder dem Standstreifen S ermittelt werden. Der vorgegebene Querversatz V wird dann wie beschrieben entweder dem Spurhalte-Algorithmus SA übergeben, so dass dieser dann auf die daraus folgende angepasste Soll-Querposition $Q_{\text{aSoll}} (Q_{\text{Soll}} + V)$ regelt, oder aber an das Eingangs-Berechnungsmodul 4c, das daraus eine angepasste Ist-Querposition $Q_{\text{aIst}} (Q_{\text{Ist}} - V)$ ermittelt und diese dem Spurhalte-Algorithmus SA vorgibt.

Die Offenbarung ist nicht auf die hier beschriebenen Ausführungsbeispiele beschränkt. Es gibt Raum für verschiedene Anpassungen und Modifikationen, die der Fachmann aufgrund seines Fachwissens als auch zu der Offenbarung zugehörend in Betracht ziehen würde. Als Beispiel wird die Möglichkeit erwähnt, dass statt des aktiven Gegenlenkens die Adaption des Querversatzes durch den Fahrer inkrementell mit Hilfe einer Bedieneinheit, z.B. Lenkradbedieneinheit, erfolgen kann. Vorzugsweise werden dafür zwei Tasten der Lenkradbedieneinheit benutzt, die die Ausrichtung nach Links, Rechts bewirken.

Bezugszeichen (Teil der Beschreibung):

1	Fahrzeug
1a	Fahrzeug-Längsmittelachse
1b	Fahrzeug-Schwerpunkt
1H	Fahrzeug-Höhe
1W	Fahrzeug-Breite
2	Lenksystem
2a	Lenksystem-Eingang
2b	Lenk-Aktuator
3	Spurhaltesystem
4	Spurhaltemodul
4a	Spurhalte-Ausgang
4b	Spurhalte-Eingang
4c	Eingangs-Berechnungsmodul
4d	Adaptionsmodul
5	Umfeldsensorik
5a	Radar-Sensor
5b	LIDAR-Sensor
5c	Kamera
6	Fahrdynamik-Sensor
6a	Geschwindigkeitssensor
6b	Lenkradwinkel-Sensor
6c	Lenkradmoment-Sensor
7	externe Datenquelle
7a	Satelliten-Navigationssystem
7b	V2X-Kommunikationssystem
8	Tunnel
8H	Tunnelhöhe
9	Fremdfahrzeug
AF	Fahrbahnart
AF1	Autobahn
AF2	Landstraße
D	Abweichung

E	relevantes Ereignis
F	Fahrstreifen
F1a	äußerst linker Fahrstreifen F der Autobahn AF1
F1b	mittlerer Fahrstreifen F der Autobahn AF1
F1c	äußerst rechter Fahrstreifen F der Autobahn AF1
FB	Fahrstreifenbegrenzung
FM	Fahrstreifenmitte
FN	Nachbar-Fahrstreifen
FW	Fahrstreifenbreite
G	Fahrdynamikgrößen
I9	Fremdfahrzeug-Information
IE	Eingangs-Information
IF	Fahrbahn-Information
II	Infrastruktur-Information
IN	Navigations-Information
IO	Objekt-Information
IV	Verkehrszeichen-Information
IU	Umgebungs-Informationen
MIst	Ist-Lenkradmoment
MSoll	Soll-Lenkradmoment
O	Objekt
OD	Objekt-Dynamik
QaIst	angepasste Ist-Querposition
QaSoll	angepasste Soll-Querposition
QIst	Ist-Querposition
QSoll	Soll-Querposition
R	Rettungsgasse
S	Standstreifen
SA	Spurhalte-Algorithmus
SE	Eingangs-Signal
SE1	Umgebungs-Signal
SE2	Fahrdynamik-Signal
SE3	Fremd-Signal
U	Umgebung

V	Querversatz
v1	Fahrzeug-Geschwindigkeit
vG	Geschwindigkeits-Schwellwert
W1st	Ist-Lenkradwinkel
WF	Fahrer-Warnung
WSoll	Soll-Lenkradwinkel
XA	Adaptions-Funktionalität
XS	Spurhalte-Funktionalität

Patentansprüche:

1. Verfahren zum automatisierten Ausrichten eines Fahrzeuges (1) innerhalb eines Fahrstreifens (F) in Abhängigkeit einer vorgegebenen Soll-Querposition (QSoll), mit mindestens den folgenden Schritten:

- Ermitteln einer Ist-Querposition (QIst) des Fahrzeuges (1) innerhalb des Fahrstreifens (F);
- Ermitteln einer Abweichung (D) in Abhängigkeit der Ist-Querposition (QIst) und der vorgegebenen Soll-Querposition (QSoll);
- Ermitteln und Ausgeben eines Soll-Lenkradwinkels (WSoll) und/oder eines Soll-Lenkradmoments (MSoll) in Abhängigkeit der ermittelten Abweichung (D) derartig, dass sich die Abweichung (D) bei einer Ansteuerung eines aktiven Lenksystems (2) mit dem ausgegebenen Soll-Lenkradwinkel (WSoll) und/oder mit dem ausgegebenen Soll-Lenkradmoment (MSoll) verringert; und
- Ansteuern des aktiven Lenksystems (2) mit dem ausgegebenen Soll-Lenkradwinkel (WSoll) und/oder mit dem ausgegebenen Soll-Lenkradmoment (MSoll),
dadurch gekennzeichnet, dass
zum Ermitteln der Abweichung (D) zusätzlich ein Querversatz (V) berücksichtigt wird, wobei der Querversatz (V) während der Fahrt des Fahrzeuges (1) innerhalb des Fahrstreifens (F) aus Eingangs-Informationen (IE) ermittelt oder adaptiv angepasst wird, so dass das Fahrzeug (1) unter Berücksichtigung des während der Fahrt ermittelten oder adaptiv angepassten Querversatzes (V) automatisiert innerhalb des Fahrstreifens (F) ausgerichtet wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass eine angepasste Ist-Querposition (Qalst) aus der ermittelten Ist-Querposition (QIst) und dem während der Fahrt ermittelten oder adaptiv angepassten Querversatz (V) gebildet wird und die Abweichung (D) aus der angepassten Ist-Querposition (Qalst) und der vorgegebenen Soll-Querposition (QSoll) ermittelt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass eine angepasste Soll-Querposition (QaSoll) aus der vorgegebenen Soll-Querposition (QSoll) und dem ermittelten oder adaptiv angepassten Querversatz (V) gebildet wird und die Abweichung (D) aus der ermittelten Ist-Querposition (QIst) und der angepassten Soll-Querposition (QaSoll) ermittelt wird.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Querversatz (V) limitiert wird, vorzugsweise durch eine Fahrstreifen-Breite (FW) und/oder eine Fahrzeug-Breite (1W) und/oder eine Position der Fahrstreifenbegrenzungen (FB) des Fahrstreifens (F).

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Querversatz (V) während der Fahrt des Fahrzeuges (1) innerhalb des Fahrstreifens (F) aus mindestens einer Eingangs-Information (IE) ermittelt oder angepasst wird, die ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus: eine Umgebungs-Information (IU), eine Verkehrszeichen-Information (IV), eine Objekt-Information (IO), eine Navigations-Information (IN), eine Infrastruktur-Information (II), eine Fremdfahrzeug-Information (I9), eine Fahrstreifen-Information (IF), von Fahrdynamiksensoren (5) erfasste Fahrdynamikgrößen (G).

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass als Fahrdynamikgrößen (G) ein Ist-Lenkradwinkel (W_{Ist}) und/oder ein Ist-Lenkradmoment (M_{Ist}), der/das beispielsweise vom Fahrer vorgegeben wird, erfasst werden, während das aktive Lenksystem (2) mit dem ausgegebenen Soll-Lenkradwinkel (W_{Soll}) und/oder mit dem ausgegebenen Soll-Lenkradmoment (M_{Soll}) angesteuert wird, wobei der Querversatz (V) währenddessen adaptiv angepasst wird,

- solange der Ist-Lenkradwinkel (W_{Ist}) von dem vorgegebenen Soll-Lenkradwinkel (W_{Soll}) abweicht, und/oder

- solange das Ist-Lenkradmoment (M_{Ist}) von dem vorgegebenen Soll-Lenkradmoment (M_{Soll}) abweicht,

und die Abweichung (D) währenddessen in Abhängigkeit dieses adaptiv angepassten Querversatzes (V) ermittelt und der Bestimmung des Soll-Lenkradwinkels (W_{Soll}) und/oder des Soll-Lenkradmomentes (M_{Soll}) zugrunde gelegt wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Querversatz (V) solange adaptiv angepasst wird,

- bis der Ist-Lenkradwinkel (W_{Ist}) mit dem ermittelten Soll-Lenkradwinkel (W_{Soll})

übereinstimmt, und/oder

- bis das Ist-Lenkradmoment (M_{Ist}) mit dem ermittelten Soll-Lenkradmoment (M_{Soll}) übereinstimmt.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zum Ermitteln der Abweichung (D) nur dann zusätzlich ein veränderbarer Querversatz (V) berücksichtigt wird und/oder nur dann ein Querversatz (V) von ungleich Null ermittelt wird, wenn aus den Eingangs-Informationen (IE) folgt, dass

- eine Fahrzeug-Geschwindigkeit (v_1) des Fahrzeuges (1) einen vorgegebenen Geschwindigkeits-Schwellwert (v_G) überschritten oder unterschritten hat, und/oder
- der Fahrstreifen (F) einer vorgegebenen Fahrbahnart (FA) zugehörig ist, beispielsweise einer Autobahn ($AF1$) oder einer Landstraße ($AF2$).

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Querversatz (V) während der Fahrt des Fahrzeuges (1) innerhalb des Fahrstreifens (F) einer Autobahn ($AF1$) bei Unterschreiten eines Geschwindigkeits-Schwellwertes (v_G) von beispielsweise 40km/h derartig ermittelt oder angepasst wird, dass das Fahrzeug (1) zur Bildung einer Rettungsgasse (R) beiträgt.

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass aus den Eingangs-Informationen (IE) ermittelt wird, innerhalb welches Fahrstreifens (F) sich das Fahrzeug (1) befindet, beispielsweise innerhalb eines äußerst linken Fahrstreifens ($F1a$), innerhalb eines mittleren Fahrstreifens ($F1b$) oder innerhalb eines äußerst rechten Fahrstreifens ($F1c$), und der Querversatz (V) zum Bilden der Rettungsgasse (R) derartig in Abhängigkeit des Fahrstreifens (F) vorgegeben wird, dass das Fahrzeug (1)

- bei einer Fahrt innerhalb des äußerst linken Fahrstreifens ($F1a$) maximal links innerhalb des äußerst linken Fahrstreifens ($F1a$) ausgerichtet wird, oder
- bei einer Fahrt innerhalb des mittleren Fahrstreifens ($F1b$) maximal rechts innerhalb des mittleren Fahrstreifens ($F1b$) ausgerichtet wird, oder
- bei einer Fahrt innerhalb des äußerst rechten Fahrstreifens ($F1c$) maximal rechts innerhalb des äußerst rechten Fahrstreifens ($F1c$) ausgerichtet wird.

11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass aus den Eingangs-Informationen (IE) ermittelt wird, ob sich das Fahrzeug (1) auf einen Tunnel (8) zubewegt und der Querversatz (V) in Abhängigkeit einer aus den Eingangs-Informationen (IE) ermittelten Tunnel-Höhe (8H) für den aktuellen Fahrstreifen (F), auf der sich das Fahrzeug (1) befindet, ermittelt oder angepasst wird.

12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass aus den Eingangs-Informationen (IE) ermittelt wird, ob sich das Fahrzeug (1) auf ein Objekt (O) zubewegt, das in einen lichten Raum des Fahrstreifens (F) ragt und der Querversatz (V) in Abhängigkeit davon derartig ermittelt oder angepasst wird, dass eine Berührung mit dem Objekt (O) vermieden wird.

13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass aus den Eingangs-Informationen (IE) ermittelt wird, ob ein relevantes Ereignis (E) innerhalb eines Nachbar-Fahrstreifens (FN) oder eines Standstreifens (S) auftritt, wobei der Querversatz (V) bei Auftreten eines relevanten Ereignisses (E) derartig festgelegt wird, dass sich das Fahrzeug (1) innerhalb des Fahrstreifens (F) von dem Nachbar-Fahrstreifen (FN) oder dem Standstreifen (S) entfernt.

14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die vorgegebene Soll-Querposition (QSoll) einer Fahrstreifenmitte (FM) der Fahrstreifen (F) entspricht.

15. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass bei einer Ermittlung oder einer Anpassung des Querversatzes (V) eine Fahrerwarnung (FW) ausgegeben wird.

16. Spurhaltesystem (3) zum automatisierten Ausrichten eines Fahrzeuges (1) innerhalb eines Fahrstreifens (F) in Abhängigkeit einer vorgegebenen Soll-Querposition (QSoll), insbesondere gemäß einem Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, mit einem Spurhaltemodul (4) mit einem Spurhalte-Eingang (4b) zum Aufnehmen von Eingangs-Informationen (IE) und einem Spurhalte-Ausgang (4a) zum Ausgeben eines Soll-Lenkradwinkels (WSoll) und/oder eines Soll-

Lenkradmoments (MSoll),

wobei das Spurhaltemodul (4) ferner einen Spurhalte-Algorithmus (SA) aufweist, wobei der Spurhalte-Algorithmus (SA) ausgebildet ist, in Abhängigkeit einer Ist-Querposition (QIst) des Fahrzeuges (1) innerhalb des Fahrstreifens (F) und der vorgegebenen Soll-Querposition (QSoll) eine Abweichung (D) zu ermitteln und in Abhängigkeit der ermittelten Abweichung (D) den Soll-Lenkradwinkel (WSoll) und/oder das Soll-Lenkradmoment (MSoll) derartig zu bestimmen, dass sich die Abweichung (D) bei einer Ansteuerung eines mit dem Spurhalte-Ausgang (4a) verbindbaren oder verbundenen aktiven Lenksystems (2) mit dem ausgegebenen Soll-Lenkradwinkel (WSoll) und/oder mit dem ausgegebenen Soll-Lenkradmoment (MSoll) verringert,

dadurch gekennzeichnet, dass

das Spurhaltesystem (3) weiterhin ein Adoptionsmodul (4d) aufweist, wobei das Adoptionsmodul (4d) ausgebildet ist, während der Fahrt des Fahrzeuges (1) innerhalb des Fahrstreifens (F) aus den Eingangs-Informationen (IE) einen Querversatz (V) zu ermitteln oder adaptiv anzupassen und dem Spurhaltemodul (4) derartig bereitzustellen, dass bei der Ermittlung der Abweichung (D) zusätzlich der Querversatz (V) berücksichtigt werden kann, um das Fahrzeug (1) unter Berücksichtigung des während der Fahrt ermittelten oder adaptiv angepassten Querversatzes (V) automatisiert innerhalb des Fahrstreifens (F) auszurichten.

17. Spurhaltesystem (3) nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass der Spurhalte-Algorithmus (SA) ausgebildet ist, den Querversatz (V) aufzunehmen und eine angepasste Soll-Querposition (QaSoll) aus der vorgegebenen Soll-Querposition (QSoll) und dem ermittelten oder adaptiv angepassten Querversatz (V) zu bilden und die Abweichung (D) aus der ermittelten Ist-Querposition (QIst) und der angepassten Soll-Querposition (QaSoll) zu ermitteln.

18. Spurhaltesystem (3) nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass ein dem Spurhalte-Algorithmus (SA) vorgeschaltetes Eingangs-Berechnungsmodul (4c) ausgebildet ist, den Querversatz (V) aufzunehmen und eine angepasste Ist-Querposition (QaIst) aus der ermittelten Ist-Querposition (QIst) und dem während der Fahrt ermittelten oder adaptiv angepassten Querversatz (V) zu bilden und dem Spurhalte-Algorithmus (SA) zu übermitteln, so dass der Spurhalte-Algorithmus (SA)

die Abweichung (D) aus der angepassten Ist-Querposition (Q_{Ist}) und der vorgegebenen Soll-Querposition (Q_{Soll}) ermitteln kann.

19. Fahrzeug (1) mit einem Spurhaltesystem (3) nach einem der Ansprüche 16 bis 18.

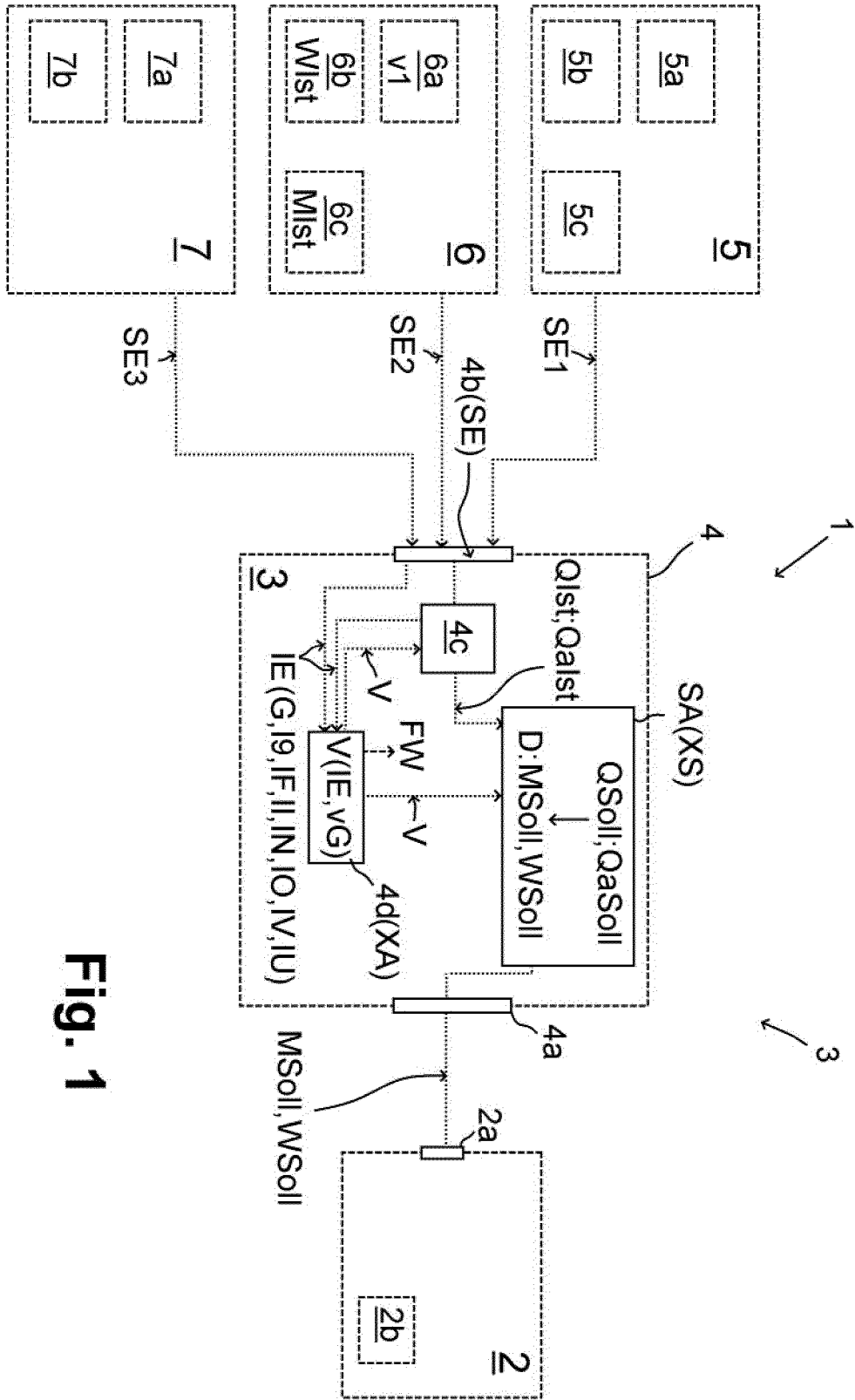


Fig. 1

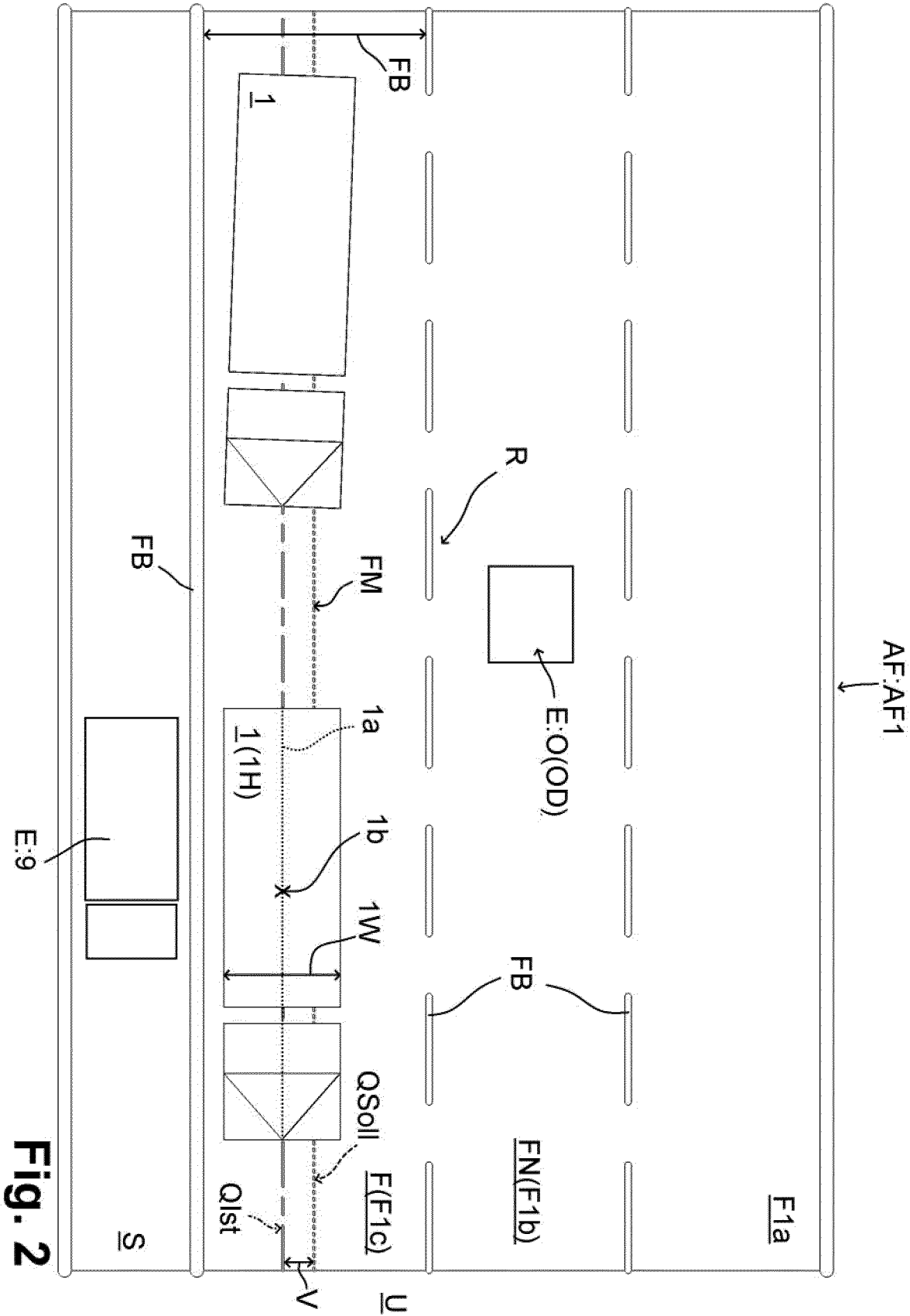


Fig. 2

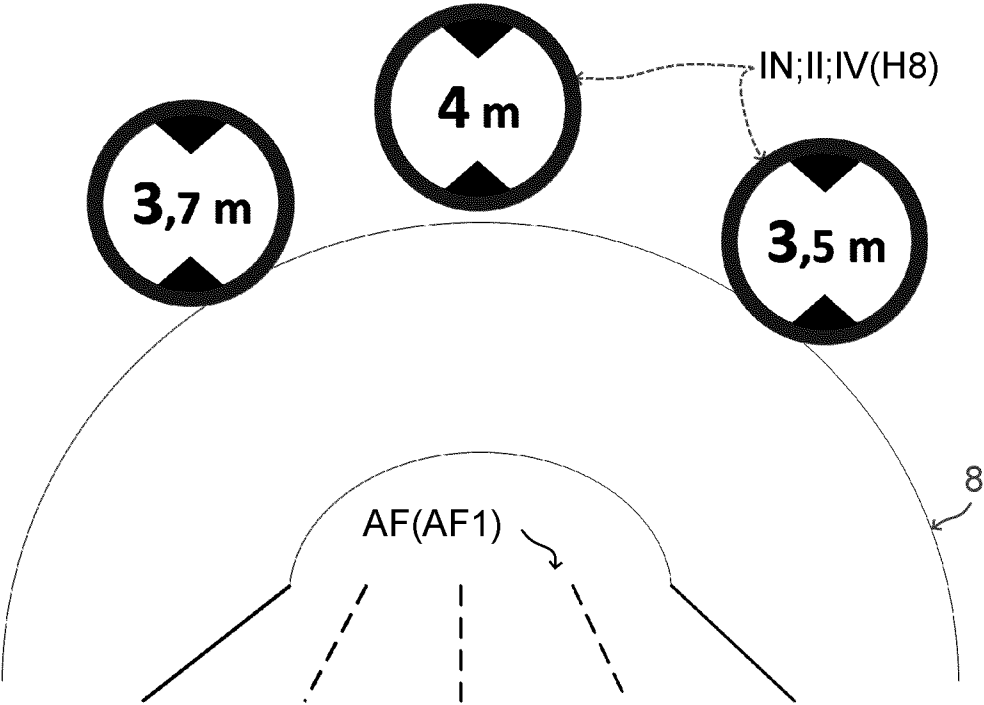


Fig. 3a

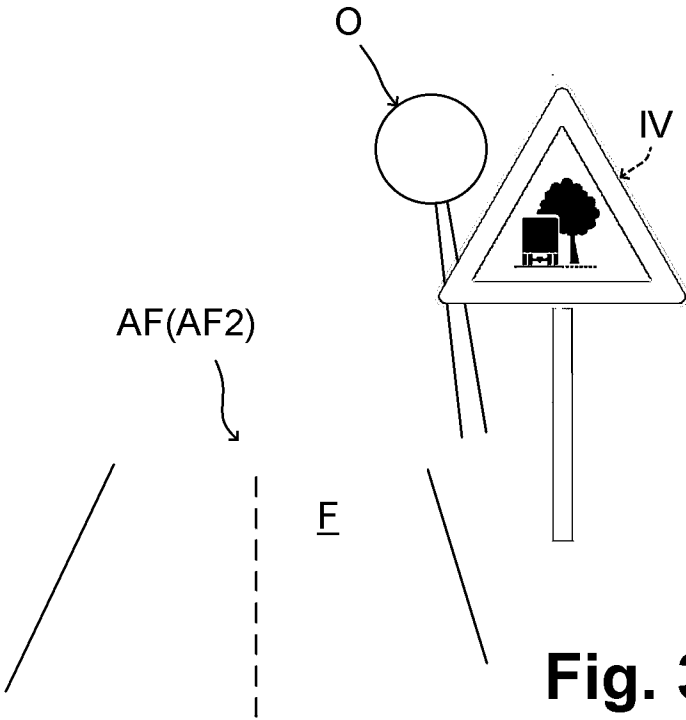


Fig. 3b

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2023/071938

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**B62D 15/02**(2006.01)i; **B60W 30/12**(2020.01)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)

B62D; B60W

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

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2005228588 A1 (BRAEUCHLE GOETZ [DE] ET AL) 13 October 2005 (2005-10-13) paragraph [0020] - paragraph [0051]; figures 1-6	1-19
X	US 8977419 B2 (LEE JIN-WOO [US]; LITKOUHI BAKHTIAR BRIAN [US] ET AL.) 10 March 2015 (2015-03-10)	1,16,19
A	column 2, line 20 - column 5, line 59; figures 1, 2	2-15, 17, 18
A	DE 102013101959 A1 (DENSO CORP [JP]) 29 August 2013 (2013-08-29) paragraph [0039] - paragraph [0117]; figures 1-13	1-19
A	DE 102016221905 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]) 09 May 2018 (2018-05-09) paragraph [0027] - paragraph [0035]; figures 1, 2	1-19
A	US 2012283912 A1 (LEE JIN-WOO [US] ET AL) 08 November 2012 (2012-11-08) paragraph [0014] - paragraph [0056]; figures 1-7	1-19
A	US 11220263 B2 (KNORR BREMSE SYSTEME FUER NUTZFAHRZEUGE GMBH [DE]) 11 January 2022 (2022-01-11) column 7, line 40 - column 11, line 27; figures 1-5	1-19



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

27 October 2023

Date of mailing of the international search report

09 November 2023

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

Kamara, Amadou

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2023/071938

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2005228588	A1	13 October 2005	DE	10218010	A1	06 November 2003
				EP	1502166	A1	02 February 2005
				JP	4005597	B2	07 November 2007
				JP	2005524135	A	11 August 2005
				US	2005228588	A1	13 October 2005
				WO	03091813	A1	06 November 2003
US	8977419	B2	10 March 2015	CN	102529966	A	04 July 2012
				DE	102011055820	A1	28 June 2012
				US	2012166032	A1	28 June 2012
DE	102013101959	A1	29 August 2013	DE	102013101959	A1	29 August 2013
				JP	5868218	B2	24 February 2016
				JP	2013177055	A	09 September 2013
				US	2013226406	A1	29 August 2013
DE	102016221905	A1	09 May 2018	NONE			
US	2012283912	A1	08 November 2012	CN	102765420	A	07 November 2012
				DE	102012207524	A1	22 November 2012
				US	2012283912	A1	08 November 2012
US	11220263	B2	11 January 2022	CN	109689482	A	26 April 2019
				DE	102016116515	A1	08 March 2018
				EP	3507170	A1	10 July 2019
				US	2019202455	A1	04 July 2019
				WO	2018041575	A1	08 March 2018

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. B62D15/02 B60W30/12 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) B62D B60W		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2005/228588 A1 (BRAEUCHLE GOETZ [DE] ET AL) 13. Oktober 2005 (2005-10-13) Absatz [0020] – Absatz [0051]; Abbildungen 1–6 -----	1–19
X	US 8 977 419 B2 (LEE JIN-WOO [US]; LITKOUHI BAKHTIAR BRIAN [US] ET AL.) 10. März 2015 (2015-03-10) Spalte 2, Zeile 20 – Spalte 5, Zeile 59; Abbildungen 1, 2 -----	1, 16, 19
A		2–15, 17, 18
A	DE 10 2013 101959 A1 (DENSO CORP [JP]) 29. August 2013 (2013-08-29) Absatz [0039] – Absatz [0117]; Abbildungen 1–13 ----- --/--	1–19
☒ 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 27. Oktober 2023		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts 09/11/2023
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 Kamara, Amadou

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 221905 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]) 9. Mai 2018 (2018-05-09) Absatz [0027] – Absatz [0035]; Abbildungen 1, 2 -----	1-19
A	US 2012/283912 A1 (LEE JIN-WOO [US] ET AL) 8. November 2012 (2012-11-08) Absatz [0014] – Absatz [0056]; Abbildungen 1-7 -----	1-19
A	US 11 220 263 B2 (KNORR BREMSE SYSTEME FUER NUTZFAHRZEUGE GMBH [DE]) 11. Januar 2022 (2022-01-11) Spalte 7, Zeile 40 – Spalte 11, Zeile 27; Abbildungen 1-5 -----	1-19

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2023/071938

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2005228588 A1	13-10-2005	DE 10218010 A1	06-11-2003
		EP 1502166 A1	02-02-2005
		JP 4005597 B2	07-11-2007
		JP 2005524135 A	11-08-2005
		US 2005228588 A1	13-10-2005
		WO 03091813 A1	06-11-2003
US 8977419 B2	10-03-2015	CN 102529966 A	04-07-2012
		DE 102011055820 A1	28-06-2012
		US 2012166032 A1	28-06-2012
DE 102013101959 A1	29-08-2013	DE 102013101959 A1	29-08-2013
		JP 5868218 B2	24-02-2016
		JP 2013177055 A	09-09-2013
		US 2013226406 A1	29-08-2013
DE 102016221905 A1	09-05-2018	KEINE	
US 2012283912 A1	08-11-2012	CN 102765420 A	07-11-2012
		DE 102012207524 A1	22-11-2012
		US 2012283912 A1	08-11-2012
US 11220263 B2	11-01-2022	CN 109689482 A	26-04-2019
		DE 102016116515 A1	08-03-2018
		EP 3507170 A1	10-07-2019
		US 2019202455 A1	04-07-2019
		WO 2018041575 A1	08-03-2018