



(10) **DE 10 2012 202 916 A1** 2013.08.29

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2012 202 916.8**

(22) Anmeldetag: **27.02.2012**

(43) Offenlegungstag: **29.08.2013**

(51) Int Cl.: **B60W 30/16 (2012.01)**

B60W 30/12 (2012.01)

B60W 30/17 (2012.01)

B60W 30/08 (2012.01)

B60W 30/09 (2012.01)

B60W 30/095 (2012.01)

(71) Anmelder:
Robert Bosch GmbH, 70469, Stuttgart, DE

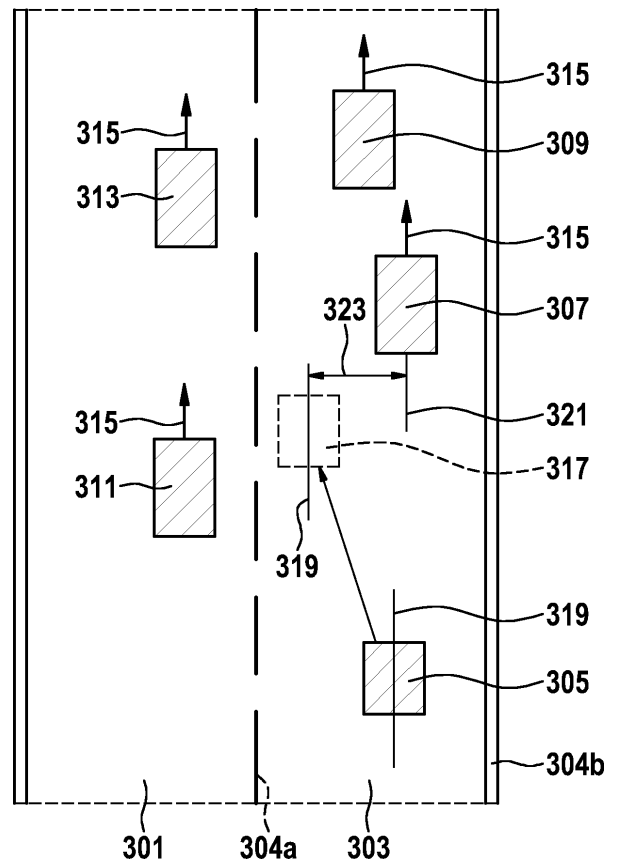
(72) Erfinder:
Gugel, Melanie, 70839, Gerlingen, DE; Rentschler, Tobias, 75180, Pforzheim, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Vorrichtung zum Betreiben eines Fahrzeugs**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines Fahrzeugs (305), umfassend die folgenden Schritte: Erfassen (101) eines Dynamikparameters eines vorausfahrenden weiteren Fahrzeugs (307), Berechnen (103) eines Bewertungsmaßes basierend auf dem erfassten Dynamikparameter, Berechnen (105) einer Fahrzeugsolltrajektorie abhängig von dem Bewertungsmaß und Regeln (107) einer Fahrzeugisttrajektorie auf die Fahrzeugsolltrajektorie.

Die Erfindung betrifft ferner eine entsprechende Vorrichtung (201) sowie ein Computerprogramm.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Betreiben eines Fahrzeugs. Die Erfindung betrifft ferner ein Computerprogramm.

Stand der Technik

[0002] Aus der Offenlegungsschrift DE 101 37 292 A1 ist ein Fahrerassistenzsystem und ein Verfahren zu dessen Betrieb bekannt. Hierbei werden Umgebungsdaten einer Verkehrssituation erfasst. Ferner werden Bewegungsdaten des Fahrzeugs erfasst. Es findet dann ein Vergleich der erfassten Umgebungsdaten mit den Bewegungsdaten des Fahrzeugs statt. Nach Maßgabe des Vergleichs wird eine Unterstützung einer Lenkhandhabe geändert.

Offenbarung der Erfindung

[0003] Die der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe kann darin gesehen werden, ein verbessertes Verfahren und eine verbesserte Vorrichtung zum Betreiben eines Fahrzeugs bereitzustellen.

[0004] Die der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe kann auch darin gesehen werden, ein entsprechendes Computerprogramm anzugeben.

[0005] Diese Aufgaben werden mittels des jeweiligen Gegenstands der unabhängigen Ansprüche gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind Gegenstand von jeweils abhängigen Unteransprüchen.

[0006] Nach einem Aspekt wird ein Verfahren zum Betreiben eines Fahrzeugs bereitgestellt. Es wird ein Dynamikparameter eines vorausfahrenden weiteren Fahrzeugs erfasst. Basierend auf dem erfassten Dynamikparameter wird ein Bewertungsmaß berechnet. Abhängig von dem Bewertungsmaß wird eine Fahrzeugsolltrajektorie berechnet. Es wird dann eine Fahrzeugisttrajektorie auf die Fahrzeugsolltrajektorie geregelt.

[0007] Gemäß einem weiteren Aspekt wird eine Vorrichtung zum Betreiben eines Fahrzeugs bereitgestellt. Die Vorrichtung umfasst eine Erfassungseinrichtung zum Erfassen eines Dynamikparameters eines vorausfahrenden Fahrzeugs. Ferner ist eine Berechnungseinrichtung zum Berechnen eines Bewertungsmaßes basierend auf dem erfassten Dynamikparameter und zum Berechnen einer Fahrzeugsolltrajektorie abhängig von dem Bewertungsmaß vorgesehen. Des Weiteren umfasst die Vorrichtung eine Regeleinrichtung zum Regeln einer Fahrzeugisttrajektorie auf die Fahrzeugsolltrajektorie.

[0008] Nach noch einem Aspekt wird ein Computerprogramm bereitgestellt, welches Programmcode zur

Durchführung des Verfahrens zum Betreiben eines Fahrzeugs umfasst, wenn das Computerprogramm auf einem Computer ausgeführt wird.

[0009] Die Erfindung umfasst also insbesondere den Gedanken, einen Dynamikparameter eines weiteren Fahrzeugs zu erfassen, welches dem Fahrzeug vorausfährt, insbesondere unmittelbar vorausfährt. Dadurch kann in vorteilhafter Weise ein Bewertungsmaß berechnet werden, welches auf dem erfassten Dynamikparameter basiert. Dieses Bewertungsmaß ist insbesondere ein Kriterium dafür, ob momentan eine kritische Situation vorliegt. Eine kritische Situation kann beispielsweise dadurch entstehen, dass das vorausfahrende Fahrzeug stark abbremst, so dass sich ein Relativabstand zwischen dem Fahrzeug und dem weiteren Fahrzeug reduziert. Eine kritische Situation kann insbesondere auch dann vorkommen, wenn das weitere Fahrzeug in eine Fahrspur des Fahrzeugs einschert.

[0010] Abhängig von dem Bewertungsmaß, also insbesondere abhängig davon, wie kritisch die momentane Situation ist, wird eine Fahrzeugsolltrajektorie berechnet. Es wird dann die momentane Fahrzeugisttrajektorie auf diese Fahrzeugsolltrajektorie geregelt, so dass in vorteilhafter Weise die kritische Situation dahingehend entschärft wird, dass beispielsweise wieder ein ausreichender Abstand zu dem vorausfahrenden Fahrzeug eingestellt wird. Insbesondere wird hier ein Abstand zwischen einer Längsachse des Fahrzeugs und einer Längsachse des weiteren Fahrzeugs vergrößert, so dass insbesondere im Fall einer Kollision vorzugsweise eine günstigere Ausrichtung des Fahrzeugs relativ zu dem weiteren Fahrzeug bewirkt wird. Eine Längsachse kennzeichnet insbesondere eine Achse entlang der längsten Ausdehnung des Fahrzeugs.

[0011] Vorzugsweise werden die Fahrzeugsolltrajektorie berechnet und die Fahrzeugisttrajektorie auf die Fahrzeugsolltrajektorie geregelt, wenn das Bewertungsmaß einen vorbestimmten Schwellwert überschreitet oder unterschreitet.

[0012] Eine Fahrzeugisttrajektorie im Sinne der vorliegenden Erfindung bezeichnet insbesondere eine Trajektorie, also eine Raumkurve, entlang derer sich das Fahrzeug momentan bewegt. Eine Fahrzeugsolltrajektorie im Sinne der vorliegenden Erfindung bezeichnet insbesondere eine Trajektorie, also eine Raumkurve, entlang derer sich das Fahrzeug bewegen soll.

[0013] Vorzugsweise wird diese Regelung mittels eines Eingriffs in ein Lenkungssystem durchgeführt. Die Vorrichtung kann insofern beispielsweise als ein Lenkassistenzsystem bezeichnet werden. Auf Englisch werden hierfür in der Regel die Begriffe „Lane

Keeping Support“ verwendet, um ein solches Fahre-rassistenzsystem zu benennen.

[0014] Gemäß einer Ausführungsform kann vorge-sehen sein, dass mehrere Dynamikparameter des vorausfahrenden weiteren Fahrzeugs erfasst wer-den. Das Berechnen des Bewertungsmaßes wird dann insbesondere basierend auf den mehreren Dy-namikparametern durchgeführt. Hierbei können glei-che oder unterschiedliche Dynamikparameter erfasst werden.

[0015] In einer Ausführungsform kann vorgesehen sein, dass kontinuierlich, also zeitlich fortlaufend, der Dynamikparameter erfasst wird.

[0016] Nach einer weiteren Ausführungsform kann vorgesehen sein, dass ein Fahrzeugumfeld einer be-nachbarten Fahrspur relativ zu einer momentanen Fahrzeugposition erfasst wird, wobei basierend auf dem erfassten Fahrzeugumfeld ein zulässiger Be-reich für die Fahrzeugsolltrajektorie gebildet wird, der die benachbarte Fahrspur umfasst. Das heißt also insbesondere, dass abhängig von dem Fahrzeugum-feld der benachbarten Fahrspur es vorkommen kann, dass die Fahrzeugsolltrajektorie in dieser benach-barten Fahrspur liegen kann. Das heißt also insbe-sondere, dass im Fall einer kritischen Situation das Fahrzeug auf die benachbarte Fahrspur ausweichen kann, insofern die Fahrzeugisttrajektorie auf die Fahr-zeugsolltrajektorie geregelt wird, welche in der be-nachbarten Fahrspur liegen kann. Dadurch wird in vorteilhafter Weise ein Abstand zwischen der jewei-ligen Längsachse des Fahrzeugs und des weiteren Fahrzeugs noch weiter vergrößert, so dass in vorteil-hafter Weise ein Kollisionsrisiko noch weiter vermin-dert wird. Die benachbarte Fahrspur kann vorzugs-weise unmittelbar benachbart zu der Fahrspur des Fahrzeug vorgesehen sein.

[0017] In einer anderen Ausführungsform kann vor-gesehen sein, dass Fahrspurbegrenzungen einer Fahrspur des Fahrzeugs erfasst werden. Es wird ein weiterer zulässiger Bereich für die Fahrzeugsolltra-jektorie gebildet, der innerhalb der Fahrspurbegren-zungen liegt. Die Fahrzeugsolltrajektorie wird vor-zugsweise berechnet, indem ein Abstand zwischen einer Längsachse des Fahrzeugs und einer Längs-achse des weiteren Fahrzeugs maximiert wird. Das heißt also insbesondere, dass hier die Fahrzeugsoll-trajektorie in der Fahrspur des Fahrzeugs liegt, wo-bei gleichzeitig ein Abstand zwischen der jeweiligen Längsachse des Fahrzeugs und des weiteren Fahr-zeugs maximiert wird. Das heißt also insbesondere, dass hier eine Randbedingung dahingehend vorliegt, dass das Fahrzeug die Fahrspurbegrenzungen nicht überfahren darf, um in vorteilhafter Weise eine Kollis-ion mit Fahrzeugen, welche sich auf einer benach-barten Fahrspur befinden, zu vermeiden.

[0018] Sofern aber zusätzlich ein Fahrzeugumfeld der benachbarten Fahrspur relativ zu der momenta-nen Fahrzeugposition, insbesondere zu der Fahrspur des Fahrzeugs, erfasst wird, kann vorgesehen sein, dass ein zulässiger Bereich für die Fahrzeugsolltra-jektorie auch die benachbarte Fahrspur umfasst. Und zwar insbesondere dann, wenn sich in dem Fahr-zeugumfeld der benachbarten Fahrspur keine weite-ren Objekte, insbesondere Fahrzeuge, befinden, die im Fall eines Fahrspurwechsels mit dem Fahrzeug kollidieren könnten. Das heißt also insbesondere, dass abhängig von dem Fahrzeugumfeld der benach-barten Fahrspur der weitere zulässige Bereich für die Fahrzeugsolltrajektorie dahingehend ausgedehnt werden kann, dass dieser die benachbarte Fahrspur umfasst.

[0019] Nach einer anderen Ausführungsform kann vorgesehen sein, dass ein Bremsparameter ent-sprechend einer angeforderten Bremsleistung erfasst wird, wobei das Bewertungsmaß basierend auf dem Bremsparameter berechnet wird. Das heißt also ins-besondere, dass beispielsweise erfasst wird, mit wel-chem Druck ein Fahrer ein Bremspedal betätigt. Der Bremsparameter kann also insbesondere einem vom Fahrer aufgebracht Bremsdruck entsprechen. In der Regel ist es so, dass je kritischer eine Fahrsitua-tion ist, desto stärker wird der Fahrer das Bremspe-dal betätigen. Somit ist in vorteilhafter Weise ein wei-terer Parameter gebildet, welcher ein zuverlässiges Kriterium für das Vorhandensein einer kritischen Si-tuation ist. Eine solche kritische Situation kann ins-fern in vorteilhafter Weise schnell und zuverlässig er-kannt werden, so dass entsprechende Maßnahmen ergriffen werden können. Hier insbesondere das Be-rechnen einer Fahrzeugsolltrajektorie und das Re-geln der Fahrzeugisttrajektorie auf die Fahrzeugsoll-trajektorie, um in vorteilhafter Weise eine Kollision mit dem weiteren Fahrzeug zu vermeiden bzw. eine Kol-lisionssschwere mit dem weiteren Fahrzeug in vorteil-hafter Weise zu verringern.

[0020] Nach einer anderen Ausführungsform kann vorgesehen sein, dass ein weiterer Dynamikparame-ter eines anderen Fahrzeugs im Fahrzeugumfeld des Fahrzeugs erfasst wird, wobei das Bewertungsmaß basierend auf dem weiteren Dynamikparameter be-rechnet wird. Das heißt also insbesondere, dass zu-mindest noch ein anderes Fahrzeug in dem Fahr-zeugumfeld des Fahrzeugs dahingehend überwacht wird, insofern ein weiterer Dynamikparameter des an-deren Fahrzeugs erfasst wird, wobei der weitere Dy-namikparameter für das Abschätzen, ob eine kriti-sche Situation vorliegt oder nicht, verwendet wird. Vorzugsweise werden mehrere weitere Dynamikpa-rameter von mehreren anderen Fahrzeugen erfasst. Somit kann in vorteilhafter Weise eine Fahrsituation besonders genau dahingehend erkannt und beurteilt werden, ob diese als kritisch einzuschätzen ist und

ob entsprechende Gegenmaßnahmen ergriffen werden müssen.

[0021] In einer weiteren Ausführungsform kann vorgesehen sein, dass der Dynamikparameter eine Relativgeschwindigkeit relativ zu dem Fahrzeug umfasst. Vorzugsweise kann der Dynamikparameter eine Kollisionszeit umfassen. Eine Kollisionszeit bezeichnet insbesondere eine Zeit, welche vergehen muss, bevor es zu einer Kollision kommt. Eine Relativgeschwindigkeit kann insbesondere basierend auf einer Dopplermessung gemessen werden. Vorzugsweise kann die Geschwindigkeit des weiteren Fahrzeugs und die Geschwindigkeit des Fahrzeugs gemessen werden, wobei dann die Relativgeschwindigkeit insbesondere durch eine entsprechende Differenzbildung berechnet werden kann.

[0022] In einer weiteren Ausführungsform kann vorgesehen sein, dass die Relativgeschwindigkeit genormt wird. Das heißt also insbesondere, dass die Relativgeschwindigkeit durch eine normierte Geschwindigkeit, auch Normgeschwindigkeit genannt, dividiert wird. Der Dynamikparameter kann dann beispielsweise gleich der gemessenen Relativgeschwindigkeit geteilt durch die Normgeschwindigkeit sein. Eine solche Normgeschwindigkeit kann insbesondere eine untere Schwelle einer kritischen Einstufung darstellen.

[0023] In einer weiteren Ausführungsform kann vorgesehen sein, dass die Kollisionszeit normiert wird, insofern die Kollisionszeit durch eine Normkollisionszeit geteilt wird. Der Dynamikparameter kann dann insbesondere die Kollisionszeit geteilt durch die Normkollisionszeit sein.

[0024] Gemäß einer weiteren Ausführungsform kann vorgesehen sein, dass das Bewertungsmaß berechnet wird, indem der Dynamikparameter mit einem Gewichtungsfaktor multipliziert wird, wobei der weitere Dynamikparameter vorzugsweise mit dem gewichteten Dynamikparameter addiert wird, wobei insbesondere die entsprechend gebildete Summe mit dem Bremsparameter multipliziert wird.

[0025] Die entsprechende mathematische Formel für das Bewertungsmaß λ kann beispielsweise wie folgt lauten:

$$\lambda = (\alpha_{\text{target}} \lambda_1 + \dots \lambda_n) \cdot a_{\text{bremse}} \quad (1)$$

[0026] Hierbei bezeichnet λ_1 den Dynamikparameter des unmittelbar vorausfahrenden weiteren Fahrzeugs. λ_2 bis λ_n entsprechen den Dynamikparametern von weiteren Objekten im Fahrzeugumfeld des Fahrzeugs. Bei diesen weiteren Objekten kann es sich beispielsweise um weitere Fahrzeuge handeln. a_{bremse} ist ein Maß für den vom Fahrer aufgebrachten Bremsdruck und entspricht hier insbesondere im All-

gemeinen dem vorgenannten Bremsparameter entsprechend einer angeforderten Bremsleistung. α_{target} bezeichnet insbesondere einen Gewichtungsfaktor zur Berücksichtigung des vorausfahrenden Fahrzeugs, also insbesondere dem relevanten, potenziellen Kollisionsfahrzeug, bezogen auf das Fahrzeug. Hierbei steht der englische Begriff „target“ für „Ziel“.

[0027] Die Dynamikparameter λ_1 bis λ_n können vorzugsweise wie folgt berechnet werden:

$$\lambda_i = \frac{v_{\text{relativ}}}{v_{\text{normiert}}} \quad (2)$$

[0028] Hierbei ist $i = 1 \dots n$. v_{relativ} ist die gemessene Differenzgeschwindigkeit bzw. Relativgeschwindigkeit zwischen dem Fahrzeug und dem entsprechenden weiteren Fahrzeug. v_{normiert} stellt insbesondere eine untere Schwelle einer kritischen Einstufung dar, also eine Normgeschwindigkeit.

[0029] In einer weiteren Ausführungsform kann alternativ oder zusätzlich optional vorgesehen sein, dass der Dynamikparameter auf Basis gemessener Kollisionszeiten berechnet werden:

$$\lambda_i = \frac{\text{TTC}}{\text{TTC}_{\text{normiert}}} \quad (3)$$

[0030] Hierbei ist $i = 1 \dots n$. "TTC" ist eine Abkürzung für die englischsprachigen Begriffe "time to collision" und steht für eine Kollisionszeit. Hierbei bezeichnet der Wert $\text{TTC}_{\text{normiert}}$ eine entsprechende Normkollisionszeit, also einen entsprechenden Normierungsfaktor.

[0031] Gemäß einer weiteren Ausführungsform kann vorgesehen sein, dass das Regeln der Fahrzeugtrajektorie auf die Fahrzeugsolltrajektorie nur dann erfolgt, wenn eine momentane Fahrzeuggeschwindigkeit in einem vorbestimmten Geschwindigkeitsbereich liegt. Insbesondere wenn ein solch vorbestimmter Geschwindigkeitsbereich einen Bereich zwischen 0 km/h und 50 km/h abdeckt, können in vorteilhafter Weise kritische Situationen insbesondere in eine Kolonnenfahrt auf Autobahnen bzw. mehrspurigen Landstraßen abgedeckt werden.

[0032] Aus den vorgenannten Formeln ist zu erkennen, dass bei einer Abbremsung des relevanten Kollisionsobjekts, also insbesondere dem unmittelbar vorausfahrenden Fahrzeug, das Bewertungsmaß λ schnell ansteigt. Überschreitet λ eine vorbestimmte Schwelle bzw. einen vorbestimmten Schwellenwert, so wird daraufhin eine Fahrzeugsolltrajektorie berechnet, wobei dann die Fahrzeugtrajektorie auf die Fahrzeugsolltrajektorie geregelt wird.

[0033] In einer weiteren Ausführungsform kann vorgesehen sein, dass die Erfassungseinrichtung eine oder mehrere Videokameras umfasst. Diese Videokameras sind vorzugsweise in einem Frontbereich des Fahrzeugs anordbar. Das heißt also insbesondere, dass die Videokameras in einem Frontbereich des Fahrzeugs eingebaut werden können. Somit können die Videokameras einen Bereich vor dem Fahrzeug überwachen. Solche Videokameras können insbesondere auch als Videofrontkameras bezeichnet werden.

[0034] Gemäß einer weiteren Ausführungsform kann vorgesehen sein, dass die Erfassungseinrichtung einen Radarsensor umfasst, welcher beispielsweise einen Bereich vor dem Fahrzeug sensorisch erfassen kann. Vorzugsweise kann zusätzlich oder alternativ ein weiterer Radarsensor vorgesehen sein, welcher einen seitlichen Bereich bezogen auf das Fahrzeug erfassen kann. Ein seitlicher Bereich bezeichnet hier insbesondere einen lateralen Bereich relativ zu dem Fahrzeug. Somit können in vorteilhafter Weise Objekte im Seitenbereich des Fahrzeugs erkannt werden.

[0035] In einer anderen Ausführungsform kann vorgesehen sein, dass Videosensoren verwendet werden, um Objekte im Seitenbereich des Fahrzeugs zu erkennen.

[0036] Gemäß einer Ausführungsform kann vorgesehen sein, dass ein Abstand zwischen dem Fahrzeug und dem weiteren Fahrzeug bzw. den weiteren Fahrzeugen erfasst wird, wobei vorzugsweise vorgesehen sein kann, dass das Bewertungsmaß basierend auf dem entsprechenden Abstand berechnet wird.

[0037] Die Erfindung wird im Folgenden anhand von bevorzugten Ausführungsbeispielen näher erläutert.

[0038] Hierbei zeigen

[0039] [Fig. 1](#) ein Ablaufdiagramm eines Verfahrens zum Betreiben eines Fahrzeugs,

[0040] [Fig. 2](#) eine Vorrichtung zum Betreiben eines Fahrzeugs und

[0041] [Fig. 3](#) zwei Fahrspuren mit einem Fahrzeug umfassend die Vorrichtung zum Betreiben eines Fahrzeugs gemäß [Fig. 2](#).

[0042] Im Folgenden können für gleiche Merkmale gleiche Bezugszeichen verwendet werden.

[0043] [Fig. 1](#) zeigt ein Ablaufdiagramm eines Verfahrens zum Betreiben eines Fahrzeugs.

[0044] Gemäß einem Schritt **101** wird ein Dynamikparameter eines vorausfahrenden weiteren Fahrzeugs erfasst. Bei dem Dynamikparameter kann es sich beispielsweise um eine Relativgeschwindigkeit bezogen auf das Fahrzeug handeln. Vorzugsweise kann der Dynamikparameter eine Kollisionszeit umfassen.

[0045] In einem Schritt **103** wird ein Bewertungsmaß basierend auf dem erfassten Dynamikparameter berechnet. Wenn das Bewertungsmaß größer oder gleich einem vordefinierten Schwellwert ist, so wird in einem Schritt **105** eine Fahrzeugsolltrajektorie abhängig von dem Bewertungsmaß berechnet. In einem darauffolgenden Schritt **107** wird dann eine Fahrzeugisttrajektorie auf die Fahrzeugsolltrajektorie geregelt, um in vorteilhafter Weise insbesondere eine Kollision mit dem vorausfahrenden Fahrzeug zu verhindern bzw. eine Kollisionsschwere zu verringern.

[0046] Wenn das Bewertungsmaß kleiner gleich dem vorbestimmten Schwellwert ist, so folgt auf den Schritt **103** der Schritt **101**, also das Erfassen eines Dynamikparameters des vorausfahrenden weiteren Fahrzeugs.

[0047] [Fig. 2](#) zeigt eine Vorrichtung **201** zum Betreiben eines Fahrzeugs (nicht gezeigt).

[0048] Die Vorrichtung **201** umfasst eine Erfassungseinrichtung **203** zum Erfassen eines Dynamikparameters eines vorausfahrenden Fahrzeugs. Ferner ist eine Berechnungseinrichtung **205** vorgesehen, welche ausgebildet ist, ein Bewertungsmaß basierend auf dem erfassten Dynamikparameter zu berechnen. Die Berechnungseinrichtung **205** ist ferner ausgebildet, eine Fahrzeugsolltrajektorie abhängig von dem Bewertungsmaß zu berechnen. Die Vorrichtung **201** umfasst des Weiteren eine Regeleinrichtung **207** zum Regeln einer Fahrzeugisttrajektorie auf die Fahrzeugsolltrajektorie.

[0049] Die Regeleinrichtung **207** ist vorzugsweise mit hier nicht gezeigten Aktoren eines Lenkungssystems des Fahrzeugs verbunden, so dass die Regeleinrichtung **207** insbesondere ausgebildet ist, das Fahrzeug autonom bzw. teilautonom zu lenken. Vorzugsweise kann die Regeleinrichtung **207** mit weiteren Aktoren eines Antriebssystems des Fahrzeugs verbunden sein, so dass in vorteilhafter Weise die Regeleinrichtung zum Regeln der Fahrzeugisttrajektorie auf die Fahrzeugsolltrajektorie das Fahrzeug beschleunigen kann. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass die Regeleinrichtung **207** mit anderen Aktoren eines Bremssystems des Fahrzeugs verbunden ist. Somit kann in vorteilhafter Weise die Regeleinrichtung **207** zwecks Regelung der Fahrzeugisttrajektorie auf die Fahrzeugsolltrajektorie das Fahrzeug in vorteilhafter Weise abbremsen.

[0050] In einer nicht gezeigten Ausführungsform kann vorgesehen sein, dass die Erfassungseinrichtung **203** eine oder mehrere Videofrontkameras aufweist, welche einen Frontbereich vor dem Fahrzeug, also einen Bereich, welcher vor dem Fahrzeug liegt, sensorisch erfassen kann. Vorzugsweise kann die Erfassungseinrichtung **205** Radarsensoren umfassen, welche einen Bereich vor dem Fahrzeug sensorisch erfassen und/oder einen lateralen Bereich des Fahrzeugs sensorisch erfassen können. Für eine laterale Erfassung eines Fahrzeugumfelds kann insbesondere ein Videosensor vorgesehen sein. Insbesondere können mehrere Videosensoren vorgesehen sein. Mittels der vorgenannten Sensorik, also insbesondere Radarsensoren und Videosensoren und der oder den Videofrontkameras, ist insbesondere in vorteilhafter Weise eine Erkennung von Objekten im Seitenbereich und im Frontbereich des Fahrzeugs ermöglicht.

[0051] **Fig. 3** zeigt zwei nebeneinander verlaufenden Fahrspuren **301** und **303** mit entsprechenden Fahrspurbegrenzungen **304a** und **304b**. Das heißt also, dass die Fahrspur **303** mittels der zwei Fahrspurbegrenzungen **304a** und **304b** begrenzt ist. Die Fahrspur **301**, welche links unmittelbar benachbart zu der Fahrspur **303** verläuft, ist von dieser mittels der Fahrspurbegrenzung **304a** abgegrenzt. Eine weitere Fahrspurbegrenzung, um die Fahrspur **301** von weiteren hier nicht gezeigten Fahrspuren abzugrenzen, ist der Übersicht halber in **Fig. 3** nicht gezeigt.

[0052] Auf der Fahrspur **303** fährt ein Fahrzeug **305** umfassend die Vorrichtung **201** gemäß **Fig. 2**. Der Übersicht halber ist die Vorrichtung **201** in **Fig. 3** nicht eingezeichnet.

[0053] Des Weiteren fahren noch vier weitere Fahrzeuge **307**, **309**, **311** und **313** auf den beiden Fahrspuren **301** und **303**. Hierbei fährt das Fahrzeug **307** unmittelbar vor dem Fahrzeug **305** auf der Fahrspur **303**. Vor dem Fahrzeug **307** fährt das Fahrzeug **309** ebenfalls auf der Fahrspur **303**. Auf der linken Fahrspur **301** fahren die beiden Fahrzeuge **311** und **313** hintereinander, wobei das Fahrzeug **313** vor dem Fahrzeug **311** fährt.

[0054] Eine entsprechende Vorwärtsbewegung der Fahrzeuge **307**, **309**, **311** und **313** ist symbolisch mittels eines Pfeils mit dem Bezugszeichen **315** gekennzeichnet.

[0055] Die Vorrichtung **201** des Fahrzeugs **305** erfasst Dynamikparameter der Fahrzeuge **307**, **309**, **311** und **313**. Diese Dynamikparameter können beispielsweise eine jeweilige Relativgeschwindigkeit umfassen. Vorzugsweise umfassen die Dynamikparameter eine jeweilige Kollisionszeit.

[0056] Basierend auf den erfassten Dynamikparametern, λ_i mit $i = 1, 2, 3, 4$, wird ein Bewertungsmaß berechnet. Die Berechnung wird beispielsweise gemäß folgender mathematischer Formel durchgeführt:

$$\lambda = (\alpha_{\text{target}} \lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + \lambda_4) \cdot a_{\text{bremse}}$$

[0057] Hierbei steht λ für das Bewertungsmaß. α_{target} ist ein Gewichtungsfaktor zur Berücksichtigung des relevanten, potenziellen Kollisionsfahrzeuges, hier das unmittelbar vorausfahrende Fahrzeug **307**, bezogen auf das Fahrzeug **305**. a_{bremse} ist ein Bremsparameter entsprechend einer angeforderten Bremsleistung.

[0058] λ_i , wobei $i = 1, 2, 3, 4$ ist, wird vorzugsweise nach folgender mathematischer Formel berechnet:

$$\lambda_i = \frac{v_{\text{relativ}}}{v_{\text{normiert}}}$$

[0059] Hierbei bezeichnet v_{relativ} die entsprechende Differenzgeschwindigkeit zwischen dem Fahrzeug **305** und dem jeweiligen Fahrzeug **307**, **309**, **311** und **313**. v_{normiert} stellt eine untere Schwelle einer kritischen Einstufung dar und ist insofern ein Normierungsgeschwindigkeitswert bzw. Normgeschwindigkeit.

[0060] Alternativ oder zusätzlich optional kann vorgesehen sein, λ_i auf Basis gemessener Kollisionswerte zu berechnen. Dies kann vorzugsweise mittels folgender mathematischer Formel durchgeführt werden:

$$\lambda_i = \frac{\text{TTC}}{\text{TTC}_{\text{normiert}}}$$

[0061] Hierbei bezeichnet $\text{TTC}_{\text{normiert}}$ eine Kollisionsnormierungszeit bzw. Normkollisionszeit und stellt insofern ebenfalls eine untere Schwelle einer kritischen Einstufung dar.

[0062] Bremst beispielsweise das relevante Kollisionsobjekt, hier insbesondere das unmittelbar vorausfahrende Fahrzeug **307**, stark ab, so steigt das Bewertungsmaß λ schnell an. Überschreitet λ einen vorbestimmten Schwellwert, so wird eine Fahrzeugsolltrajektorie berechnet, wobei dann die Fahrzeugisttrajektorie auf die Fahrzeugsolltrajektorie geregelt wird, um in vorteilhafter Weise eine Kollision mit dem vorausfahrenden Fahrzeug **307** zu vermeiden. Eine Sollposition des Fahrzeugs **305** auf der Fahrzeugsolltrajektorie des Fahrzeugs **305** ist hier symbolisch mit dem Bezugszeichen **317** gekennzeichnet.

[0063] Die Fahrzeugsolltrajektorie wird hierbei insbesondere so gewählt bzw. berechnet, dass ein Abstand zwischen einer Längsachse **319** des Fahr-

zeugs **305** und einer Längsachse **321** des Fahrzeugs **307** maximal wird, ohne dass dabei das Fahrzeug **305** die Fahrspurbegrenzung **304a** überschreitet, um in vorteilhafter Weise eine Kollision mit den Fahrzeugen **311** und **313** der Fahrspur **301** zu verhindern.

[0064] Sofern die Vorrichtung **201** des Fahrzeugs **305** detektiert und erkennt, dass sich auf der Fahrspur **301** seitlich von dem Fahrzeug **305** keine Fahrzeuge befinden, so kann entsprechend eine Fahrzeugsolltrajektorie auch auf der Fahrspur **301** angeordnet sein, so dass zwecks Vermeidung einer Kollision mit dem vorausfahrenden Fahrzeug **307** das Fahrzeug **305** autonom auch auf die Fahrspur **301** wechseln kann. Das heißt also insbesondere, dass das Fahrzeug **305** auch auf der Fahrspur **301** positioniert werden kann, um eine Kollision mit dem Fahrzeug **307** zu verhindern.

[0065] In einer nicht gezeigten Ausführungsform kann vorgesehen sein, dass ein jeweiliger Abstand zwischen dem Fahrzeug **305** und den weiteren Fahrzeugen **307**, **309**, **311** und **313** erfasst wird, wobei λ insbesondere abhängig von den Abständen berechnet wird. Das heißt also insbesondere, dass in der obigen Formel noch zusätzlich die Abstände mitberücksichtigt werden können.

[0066] Die obigen Ausführungen in Bezug zu [Fig. 3](#) gelten insbesondere analog für mehr oder weniger als vier weitere Fahrzeuge.

[0067] Zusammenfassend umfasst die Erfindung also insbesondere den Gedanken, eine Fahrzeugsolltrajektorie, hier insbesondere eine laterale Position und eine Orientierung in einer Fahrspur, zu verändern, wenn eine kritische Fahrsituation auftritt. Das Auftreten einer solchen kritischen Fahrsituation ist insbesondere so definiert, wenn das Bewertungsmaß einen vordefinierten bzw. vorbestimmten Schwellwert überschreitet. Es wird in diesem Fall die Fahrzeugsolltrajektorie dann so berechnet, dass sich das Fahrzeug in einen sichereren Spurbereich bewegt. Dadurch wird in vorteilhafter Weise eine Kollision verhindert bzw. im Fall eines Zusammenstoßes in vorteilhafter Weise eine günstige Ausrichtung bewirkt.

[0068] Ferner umfasst die Erfindung insbesondere den Gedanken, dass durch Bestimmung des Bewertungsmaßes für die kritische Situation eine Fahrspur-sollposition, also die Fahrzeugsolltrajektorie, so gewählt wird, dass sich der Abstand zu den situativ beteiligten Fahrzeugen maximiert. Das heißt also insbesondere, dass ein Abstand zwischen den entsprechenden Längsachsen maximiert werden kann. Dies führt insbesondere bei starken Verzögerungsvorgängen in Fahrzeugkolonnen zu einem höheren Sicherheitsgefühl beim Fahrer. Die Reaktion der Vorrichtung, also eine entsprechende Systemreaktion, liegt näher an dem Fahrerverhalten. Es ist somit in vor-

teilhafter Weise ein positiver Einfluss auf die kritische Verkehrssituation zu erwarten. Dies führt in vorteilhafter Weise zu einer höheren Systemakzeptanz beim Fahrer.

[0069] In der Erfindung wird insofern insbesondere erstmalig in einem Lane Keeping Support (LKS)-System, also einem Lenkassistenzsystem, die Fahrzeugorientierung in kritischen Situationen so beeinflusst, dass sich ein Systemverhalten ähnlich einer Fahrerreaktion ergibt. Dies führt zu einer höheren Systemakzeptanz beim Fahrer. In heutigen bekannten Systemen wird bei einer erkannten kritischen Situation, beispielsweise einem ABS Regeleingriff, starke Bremsung, das LKS System deaktiviert. Bei Einschersituationen anderer Fahrzeuge vor dem eigenen Fahrzeug entsteht im Stand der Technik keine Systemverhaltensänderung, es wird die zentrale Spursollposition gehalten. Ein sehr oft auf Autobahnen vorkommender Fall ist die Fahrt in Kolonnen. Bewegt sich diese Kolonne mit niederen Durchschnittsgeschwindigkeiten, so ist die Spurwechselrate sehr hoch und auch in der Längsbewegungsrichtung treten oft starke Verzögerungen der Fahrzeuge auf. Mittels der Erfindung ist aber schnelles und sicheres Reagieren auf solche Situationen ermöglicht, insofern hier das Fahrzeug auf eine sichere Fahrzeugsolltrajektorie geregelt wird.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- DE 10137292 A1 [[0002](#)]

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben eines Fahrzeugs (305), umfassend die folgenden Schritte:

- Erfassen (101) eines Dynamikparameters eines vorausfahrenden weiteren Fahrzeugs (307),
- Berechnen (103) eines Bewertungsmaßes basierend auf dem erfassten Dynamikparameter,
- Berechnen (105) einer Fahrzeugsolltrajektorie abhängig von dem Bewertungsmaß und
- Regeln (107) einer Fahrzeugisttrajektorie auf die Fahrzeugsolltrajektorie.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei ein Fahrzeugumfeld einer benachbarten Fahrspur (301, 303) relativ zu einer momentanen Fahrzeugposition erfasst wird und wobei basierend auf dem erfassten Fahrzeugumfeld ein zulässiger Bereich für die Fahrzeugsolltrajektorie gebildet wird, der die benachbarte Fahrspur (301, 303) umfasst.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei Fahrspurbegrenzungen (304a, 304b) einer Fahrspur (301, 303) des Fahrzeugs (305) erfasst werden, ein weiterer zulässiger Bereich für die Fahrzeugsolltrajektorie gebildet wird, der innerhalb der Fahrspurbegrenzungen (304a, 304b) liegt, und wobei die Fahrzeugsolltrajektorie berechnet wird, indem ein Abstand (323) zwischen einer Längsachse (319) des Fahrzeugs (305) und einer Längsachse (321) des weiteren Fahrzeugs (307) maximiert wird.

4. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei ein Bremsparameter entsprechend einer angeforderten Bremsleistung erfasst wird und das Bewertungsmaß basierend auf dem Bremsparameter berechnet wird.

5. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei ein weiterer Dynamikparameter eines anderen Fahrzeugs (309, 311, 313) im Fahrzeugumfeld des Fahrzeugs (305) erfasst wird und das Bewertungsmaß basierend auf dem weiteren Dynamikparameter berechnet wird.

6. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei der Dynamikparameter eine Relativgeschwindigkeit relativ zu dem Fahrzeug (305) und/oder eine Kollisionszeit und/oder einen Abstand umfasst.

7. Verfahren nach Anspruch 6 soweit rückbezogen auf die Ansprüche 4 und 5, wobei das Bewertungsmaß berechnet wird, indem der Dynamikparameter mit einem Gewichtungsfaktor multipliziert wird, wobei der weitere Dynamikparameter mit dem gewichteten Dynamikparameter addiert wird und wobei die entsprechend gebildete Summe mit dem Bremsparameter multipliziert wird.

8. Vorrichtung (201) zum Betreiben eines Fahrzeugs (305), umfassend:

- eine Erfassungseinrichtung (203) zum Erfassen eines Dynamikparameters eines vorausfahrenden Fahrzeugs (307),
- einer Berechnungseinrichtung (205) zum Berechnen eines Bewertungsmaßes basierend auf dem erfassten Dynamikparameter und zum Berechnen einer Fahrzeugsolltrajektorie abhängig von dem Bewertungsmaß und
- eine Regeleinrichtung (207) zum Regeln einer Fahrzeugisttrajektorie auf die Fahrzeugsolltrajektorie.

9. Computerprogramm, umfassend Programmcode zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wenn das Computerprogramm auf einem Computer ausgeführt wird.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

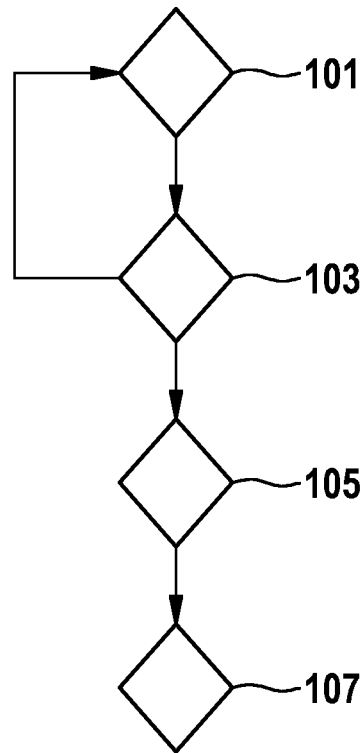


Fig. 1

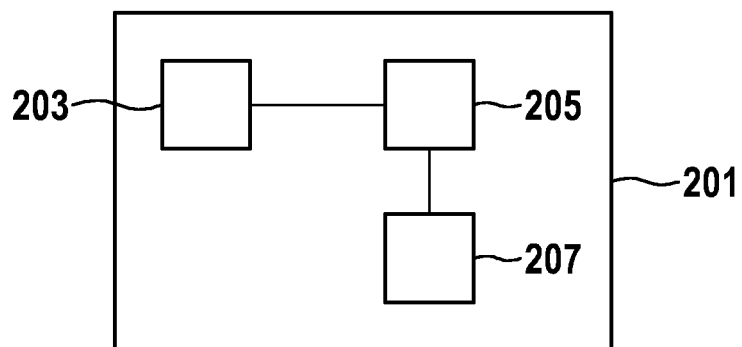


Fig. 2

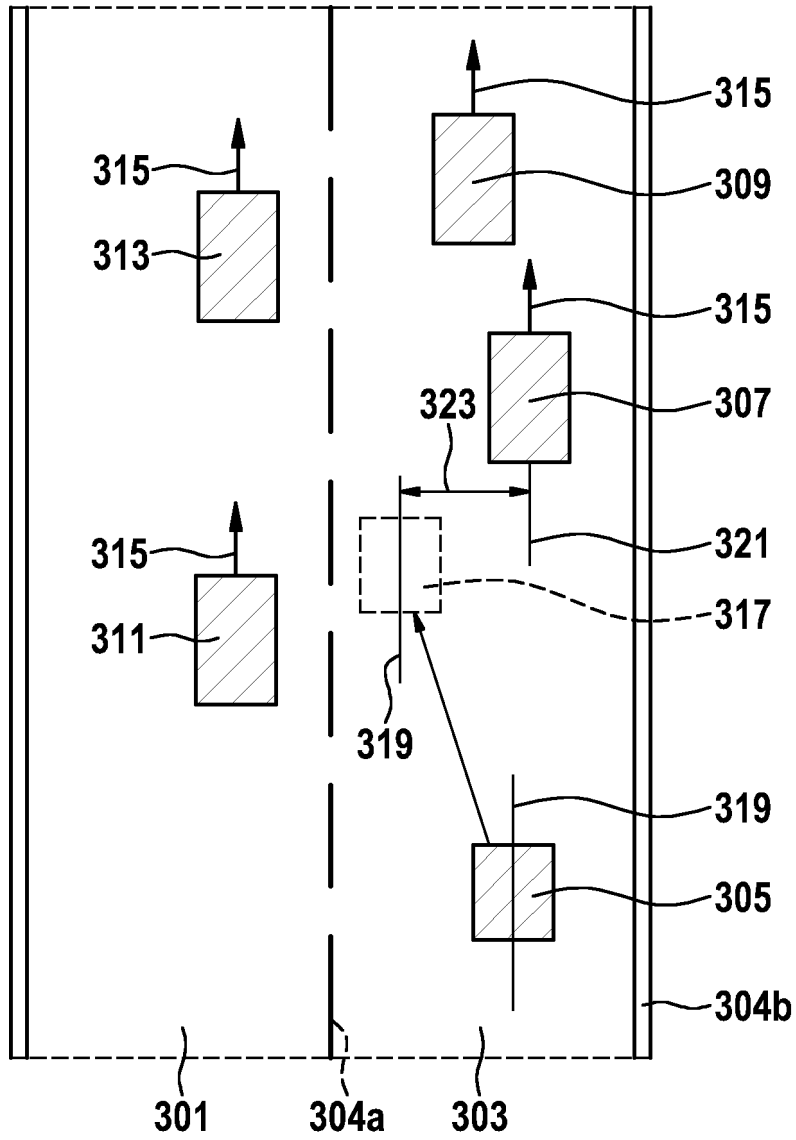


Fig. 3