



(10) **DE 10 2010 049 351 A1** 2012.04.26

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2010 049 351.1**

(22) Anmeldetag: **23.10.2010**

(43) Offenlegungstag: **26.04.2012**

(51) Int Cl.: **B60T 7/12 (2006.01)**

B60T 17/18 (2006.01)

B60Q 1/52 (2006.01)

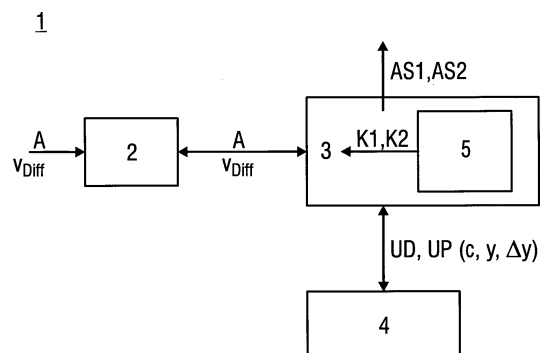
(71) Anmelder:
Daimler AG, 70327, Stuttgart, DE

(72) Erfinder:
Trost, Jürgen, Dr., 72661, Grafenberg, DE;
Zomotor, Zoltan, Dr.-Ing., 70619, Stuttgart, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum Betreiben einer Bremsassistentzvorrichtung und Bremsassistentzvorrichtung für ein Fahrzeug**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer Bremsassistentzvorrichtung (1) für ein Fahrzeug sowie ein Bremsassistentzsystem zur Durchführung des Verfahrens, bei dem bei ausbleibender Fahreraktivität in Abhängigkeit eines Abstands (A) des Fahrzeugs zu einem vor dem Fahrzeug befindlichen Objekt eine Assistentzfunktion in mehreren Eskalationsstufen (E1 bis E3) ausgeführt wird, wobei als Assistentzfunktion ein Warnhinweis erzeugt und/oder automatisch ein Bremsvorgang des Fahrzeugs eingeleitet wird. Erfindungsgemäß wird eine Klassifizierung einer von dem Fahrzeug befahrenen Straße durchgeführt und die Ausführung der Assistentzfunktion wird in Abhängigkeit der Klassifizierung zugelassen oder verhindert.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer Bremsassistentzvorrichtung für ein Fahrzeug gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 sowie eine Bremsassistentzvorrichtung gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 10.

[0002] Aus der DE 102 58 617 A1 sind eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Auslösung eines selbsttätigen Notbremsvorgangs eines Fahrzeugs zur Vermeidung eines Auffahrens des Fahrzeugs auf ein vorausfahrendes Fahrzeug bzw. zur Verminderung der Auffahrfolgen bekannt. Dabei wird eine Fahrerwarnung ausgelöst, wenn zumindest eine vorgegebene Warnbedingung erfüllt ist. Die Erfüllung der Warnbedingung gibt an, dass aufgrund der unter Berücksichtigung einer ermittelten Beschleunigung des Fahrzeugs und/oder einer ermittelten Relativbeschleunigung zwischen dem Fahrzeug und einem vorausfahrendem Fahrzeug gegebenen momentanen Fahrsituation des Fahrzeugs und einer vorgegebenen Notbremsverzögerung bei Ablauf einer vorgegebenen Warnzeitdauer der selbsttätige Notbremsvorgang auszulösen ist. Der Notbremsvorgang ist auszulösen mit dem Ziel, mit Beendigung des selbsttätigen Notbremsvorgangs eine vorgegebene Zielrelativgeschwindigkeit und/oder einen vorgegebenen Zielsicherheitsabstand zwischen dem Fahrzeug und dem vorausfahrendem Fahrzeug zu erreichen. Hierbei wird ein Zeitpunkt bestimmt, zu dem spätestens eine Vollbremsung eingeleitet werden muss, um eine Kollision zu vermeiden. Die Auslösung der Warnung erfolgt dann, wenn eine Handlungszeitspanne bis zu diesem Zeitpunkt die vorgegebene Warnzeitdauer unterschreitet.

[0003] Weiterhin sind aus der WO 2006/072342 A1 eine Kollisionsvermeidungs- oder Kollisionsfolgenminderungs Vorrichtung und ein Verfahren zum Betreiben einer Kollisionsvermeidungs- oder Kollisionsfolgenminderungs Vorrichtung eines Fahrzeugs bekannt. Dabei wird ein vorhandener Fahrraum zwischen dem Fahrzeug und einem potentiellen Kollisionspartner erfasst sowie bei Erreichen eines ersten Schwellenwerts eine erste Warnfunktion und/oder Informationsfunktion aktiviert. Ferner wird bei Erreichen eines zweiten Schwellenwerts eine autonome Teilbremsung in Kombination mit wenigstens einer weiteren Sicherheitsmaßnahme ausgelöst. Eine Teilbremsung ist dabei eine Bremsung mit einer Verzögerung, die geringer ist als die mit einer Vollbremsung erzielbaren Verzögerung.

[0004] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein gegenüber dem Stand der Technik verbessertes Verfahren zum Betrieb einer Bremsassistentzvorrichtung für ein Fahrzeug und eine verbesserte Bremsassistentzvorrichtung für ein Fahrzeug anzugeben.

[0005] Hinsichtlich des Verfahrens wird die Aufgabe erfindungsgemäß durch die im Anspruch 1 angegebenen Merkmale und hinsichtlich der Bremsassistentzvorrichtung durch die im Anspruch 10 angegebenen Merkmale gelöst.

[0006] Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0007] In einem Verfahren zum Betrieb einer Bremsassistentzvorrichtung für ein Fahrzeug wird in Abhängigkeit eines Abstands des Fahrzeugs zu einem vor dem Fahrzeug befindlichen Objekt und bei ausbleibender Fahreraktivität, insbesondere bei ausbleibender Brems- oder Lenkaktivität, insbesondere beim Ausbleiben einer Brems- und/oder Lenkaktivität des Fahrers, durch die der Fahrer die Gefahr einer Kollision mit dem Objekt mindern könnte, eine Assistentzfunktion ausgeführt, wobei als Assistentzfunktion ein Warnhinweis erzeugt und/oder automatisch ein Bremsvorgang des Fahrzeugs eingeleitet wird.

[0008] Unter einer Bremsassistentz wird dabei sowohl ein aktiver Eingriff in die Längssteuerung des Fahrzeugs, insbesondere eine Steuerung eines Bremssystems des Fahrzeugs, als auch eine Ausgabe von optischen, haptischen und/oder akustischen Hinweisen verstanden, welche den Fahrer des Fahrzeugs darauf hinweisen, dass ein Eingriff des Fahrers in die Längs- und/oder Quersteuerung des Fahrzeugs, d. h. eine Fahreraktivität, erforderlich ist, um eine Kollision des Fahrzeugs mit einem Objekt zu vermeiden oder zumindest die Folgen einer Kollision zu vermindern.

[0009] Erfindungsgemäß wird eine Klassifizierung einer von dem Fahrzeug befahrenen Straße durchgeführt und die Assistentzfunktion wird nur dann ausgeführt, wenn eine von der Klassifizierung abhängige Auslösefreigabebedingung erfüllt ist. Die Durchführung der Assistentzfunktion wird damit in Abhängigkeit der Klassifizierung zugelassen oder verhindert. Daraus resultiert in besonders vorteilhafter Weise, dass stets ein an die aktuelle Umgebung des Fahrzeugs angepasster Betrieb realisierbar ist. Insbesondere werden aufgrund der Anpassung der Auslösefreigabebedingung an die Klassifizierung der Straße Fehlauflösungen der Bremsassistentzvorrichtung, hervorgerufen durch die Erfassung von Randbebauungen oder Randobjekten der Straße,

wie beispielsweise Leitpfosten, Leitplanken und Verkehrsschilder, vermieden oder zumindest signifikant verringert. Derartige Randbebauungen und Randobjekte sind üblicherweise vom Straßentyp abhängig und werden über die Anpassung der Auslösefreigabebedingung an die Klassifizierung der Straße bei Auslösung der Assistenzfunktion mitberücksichtigt.

[0010] In einer Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens erfolgt bei der Klassifizierung der Straße eine Einteilung in zumindest zwei Klassen, wobei die Straße einer ersten Klasse als autobahnähnlicher Straßentyp oder einer zweiten Klasse als nicht-autobahnähnlicher Straßentyp zugeordnet wird. Die Unterscheidung zwischen dem autobahnähnlichen Straßentyp und dem nicht-autobahnähnlichen Straßentyp ist besonders einfach durchführbar und ermöglicht gleichzeitig eine Anpassung der Auslösefreigabebedingung an den Straßentyp, so dass eine effektive und sichere Steuerung der Bremsassistentzvorrichtung realisierbar ist.

[0011] Dabei wird in zweckmäßiger Weise der Straßentyp anhand einer Anzahl und/oder Breite von die Fahrspur des Fahrzeugs begrenzenden Markierungslinien und/oder einer Breite der Fahrspur und/oder aus Kartendaten einer digitalen Straßenkarte ermittelt. Diese Ermittlung ist besonders einfach und effektiv durchführbar und der jeweilige Straßentyp ist sicher ermittelbar.

[0012] Besonders bevorzugt wird die Auslösefreigabebedingung in einer Weiterbildung die Assistenzfunktion derart vorgegeben, dass sie auf einer der ersten Klasse zugeordneten Straße, d. h. bei einer als autobahnähnlicher Straßentyp klassifizierten Straße, eine geringere Hürde für die Zulassung der Ausführung der Assistenzfunktion darstellt als auf einer der zweiten Klasse zugeordneten Straße. Dadurch wird beispielsweise auf Landstraßen und innerhalb geschlossener Ortschaften, das heißt auf nicht-autobahnähnlichen Straßen, eine Warnrate und/oder eine Bremsengriffsrate verringert und nicht erforderliche Eingriffe der Bremsassistentzvorrichtung werden vermieden. Gleichzeitig ist auf autobahnähnlichen Straßen, wie z. B. Kraftfahrstraßen und Autobahnen, die volle Leistungsfähigkeit der Bremsassistentzvorrichtung gegeben.

[0013] Gemäß einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird eine Umgebung des Fahrzeugs erfasst und als Umgebungsparameter werden eine Krümmung der Straße und/oder eine Querablage des vor dem Fahrzeug befindlichen Objekts und/oder eine Änderung der Querablage erfasst und zur Überprüfung der Auslösefreigabebedingung mit jeweils einer in Abhängigkeit der Klassifizierung der Straße vorgegebenen Schwelle verglichen. Unter der Querablage des Objekts wird dabei ein seitlicher Abstand des Objekts von einer Längsachse des Fahrzeugs verstanden. Die Änderung der Querablage bezieht sich auf eine Änderung des seitlichen Abstands, welche seit der erstmaligen Erfassung des Objekts stattgefunden hat. Die Wahl der Auslösefreigabebedingung in Abhängigkeit der Umgebungsparameter führt zu einer weiteren Verbesserung der Funktionalität der Bremsassistentzvorrichtung, da die durchgeführten Aktionen an die Umgebungssituation des Fahrzeugs angepasst werden. Somit wird beispielsweise eine Vollbremsung in einer Kurve mit einer starken Krümmung vermieden, um ein Unter- oder Übersteuern oder ein Ausbrechen des Fahrzeugs zu vermeiden.

[0014] Besonders bevorzugt wird zusätzlich die jeweilige Eskalationsstufe der Assistenzfunktion in Abhängigkeit der Klassifizierung der von dem Fahrzeug befahrenen Straße gewählt. Aus dieser Wahl der Eskalationsstufe in Abhängigkeit der Klassifizierung resultiert eine an die jeweilige Umgebung des Fahrzeugs angepasste Steuerung der Assistenzfunktion, so dass insbesondere eine aus einem automatischen Bremsvorgang resultierende Gefahr für andere Verkehrsteilnehmer, welche sich hinter dem Fahrzeug befinden, minimiert wird. Somit wird eine Verkehrssicherheit weiter erhöht.

[0015] Um stets eine an die aktuelle Situation angepasste Assistenzfunktion zur Verfügung zu stellen, werden in einer ersten Eskalationsstufe eine optische und/oder akustische Warnung als Warnhinweis ausgegeben, in einer zweiten Eskalationsstufe eine automatische Teilbremsung als haptische Warnung ausgeführt und in einer dritten Eskalationsstufe wird eine Vollbremsung als Bremsvorgang ausgeführt.

[0016] Bevorzugt werden die erste und zweite Eskalationsstufe der Assistenzfunktion nur dann ausgeführt, wenn das sich vor dem Fahrzeug befindende Objekt, auf das die Assistenzfunktion reagieren soll, steht oder sich in der gleichen Richtung wie das Fahrzeug bewegt, d. h. dem Fahrzeug vorausfährt. Die dritte Eskalationsstufe wird vorzugsweise nur dann ausgeführt, wenn das Objekt sich in der gleichen Richtung wie das Fahrzeug bewegt. Dadurch kann der Fahrer des Fahrzeugs je nach Situation durch ein Bremsmanöver und/oder ein Ausweichen eine Kollision mit dem Objekt, insbesondere einem dem Fahrzeug vorausfahrenden weiteren Fahrzeug, vermeiden. Bei ausbleibender Fahreraktivität, das heißt greift der Fahrer nicht ein, kann mittels der Teilbremsung und/oder der Vollbremsung die Kollision mit dem Objekt vermieden werden oder zumindest die Stärke der Kollision und die daraus entstehenden Folgen gemindert werden. Eine Voll- oder Notbremsung wird

bei stehenden Objekten vorzugsweise nicht ausgeführt, um bei nicht eindeutig identifizierbaren Objekten, bei welchen nicht exakt ermittelt werden kann, ob diese sich auf der Fahrbahn oder neben der Fahrbahn befinden, eine Auslösung der Vollbremsung zu vermeiden. Somit werden so genannte unberechtigte Vollbremsungen beispielsweise dann vermieden, wenn das Fahrzeug eine Kurve durchfährt und am Straßenrand stehende Objekte ohne Eigengeschwindigkeit, wie Bäume, Pflanzen und Randbebauungen, erfasst werden.

[0017] Ferner werden bevorzugt nur Objekte berücksichtigt, welche sich auf der gleichen Fahrspur wie das Fahrzeug vor dem Fahrzeug befinden. Der Verlauf der Fahrspur und die Lage des Objektes bezüglich der Fahrspur lässt sich beispielsweise mit Hilfe eines videobasierten Spurerkennungssystem erkennen.

[0018] Somit werden Fehlauflösungen der Bremsassistentzvorrichtung aufgrund von Objekten, insbesondere Fahrzeugen, welche sich nicht auf der gleichen Fahrspur wie das Fahrzeug bewegen, vermieden. Insbesondere werden Fehlauflösungen aufgrund von im Gegenverkehr des Fahrzeugs befindlichen Objekten vermieden.

[0019] Eine Bremsassistentzvorrichtung für ein Fahrzeug umfasst eine Erfassungseinheit zur Erfassung eines Abstands des Fahrzeugs zu einem vor dem Fahrzeug befindlichen Objekt, eine weitere Erfassungseinheit zur Erfassung der Fahreraktivität des Fahrers des Fahrzeugs und eine Steuereinheit zur Ausführung einer Assistentzfunktion in Abhängigkeit des erfassten Abstands und der erfassten Fahreraktivität, wobei die Assistentzfunktion zumindest die Erzeugung eines Warnhinweises und/oder die Einleitung eines automatischen Bremsvorgang des Fahrzeugs umfasst.

[0020] Erfindungsgemäß ist eine Umgebungserfassungsvorrichtung zur Erfassung von Umgebungsdaten vorgesehen, wobei die Umgebungsdaten eine vom Fahrzeug befahrene Straße betreffen, und die Steuereinheit umfasst eine mit der Umgebungserfassungsvorrichtung gekoppelte Verarbeitungseinheit, mittels welcher anhand der erfassten Umgebungsdaten eine Klassifizierung der von dem Fahrzeug befahrenen Straße durchführbar ist. Die Steuereinheit ist dabei eingerichtet, die Assistentzfunktion in Abhängigkeit der Klassifizierung der vom Fahrzeug befahrenen Straße auszuführen. Die Vorrichtung zeichnet sich dabei durch einen einfachen Aufbau aus. Insbesondere bei Fahrzeugen, welche bereits über eine Umgebungserfassungsvorrichtung und eine Bremsassistentzvorrichtung verfügen, ist die erfindungsgemäße Bremsassistentzvorrichtung besonders einfach realisierbar. Als Umgebungserfassungsvorrichtung eignet sich dabei vorzugsweise eine Erfassungsvorrichtung einer Spurführungsassistentzvorrichtung.

[0021] Ausführungsbeispiele der Erfindung werden im Folgenden anhand von Zeichnungen näher erläutert. Dabei zeigen:

[0022] [Fig. 1](#) schematisch eine erfindungsgemäße Bremsassistentzvorrichtung,

[0023] [Fig. 2](#) schematisch Eskalationsstufen einer Assistentzfunktion der Bremsassistentzvorrichtung gemäß [Fig. 1](#),

[0024] [Fig. 3](#) schematisch ein Ausführungsbeispiel eines Ablaufs eines erfindungsgemäßen Verfahrens zum Betrieb der Bremsassistentzvorrichtung gemäß [Fig. 1](#), und

[0025] [Fig. 4](#) schematisch ein Ausführungsbeispiel eines Ablaufs eines erfindungsgemäßen Verfahrens zum Betrieb einer Bremsassistentzvorrichtung gemäß [Fig. 1](#).

[0026] Einander entsprechende Teile sind in allen Figuren mit gleichen Bezugszeichen versehen.

[0027] In [Fig. 1](#) ist eine erfindungsgemäße Bremsassistentzvorrichtung **1** für ein Fahrzeug dargestellt. Die Bremsassistentzvorrichtung **1** umfasst eine Erfassungseinheit **2** zur Erfassung eines Abstands A des Fahrzeugs zu einem vor dem Fahrzeug befindlichen Objekt. Die Erfassungseinheit **2** umfasst zumindest einen in [Fig. 3](#) näher dargestellten Radarsensor RDF, mittels welchem eine redundante Messung des Abstands A anhand einer Radarsignal-Laufzeit und einer Differenzgeschwindigkeit v_{Diff} bzw. Relativgeschwindigkeit zwischen dem vorausfahrenden oder stehenden Objekt und dem Fahrzeug anhand einer Frequenzverschiebung durchgeführt wird.

[0028] Die Bremsassistentzvorrichtung **1** umfasst weiterhin eine Steuereinheit **3** zur Ausführung einer Assistentzfunktion der Bremsassistentzvorrichtung **1** bei ausbleibender Fahreraktivität und in Abhängigkeit des Abstands A zwischen dem Fahrzeug und dem sich vor dem Fahrzeug befindenden Objekt. Unter ausbleibender Fahreraktivität ist dabei ein Ausbleiben einer auf eine Kollisionsvermeidung oder Kollisionsfolgenminde-

zung ausgerichteten Fahreraktivität zu verstehen. Insbesondere ist unter ausbleibender Fahreraktivität ein Zustand zu verstehen, in dem der Fahrer nichts unternimmt, insbesondere keine Lenk- und/oder Bremsbetätigung durchführt, um die bevorstehende Kollision zu vermeiden oder die Kollisionsfolgen zumindest zu mindern.

[0029] Zusätzlich ist eine Umgebungserfassungsvorrichtung **4** zur Erfassung einer Umgebung des Fahrzeugs vorgesehen, welche mit der Steuereinheit **3** gekoppelt ist. Die Umgebungserfassungsvorrichtung **4** ist eine Bilderfassungseinheit, insbesondere eine Kamera, mittels welcher die Umgebung des Fahrzeugs erfasst wird. Aus den erfassten Bildern werden Objekte, Straßen, Randbebauungen, Spurmarkierungslinien und Straßenbegrenzungen, wie z. B. Leitpfosten und Leitplanken, sowie Verkehrsschilder ermittelt und entsprechende Umgebungsdaten UD und Umgebungsparameter UP generiert und an die Steuereinheit **3** weitergeleitet. Als Umgebungsparameter werden dabei eine oder mehrere der folgenden Größen ermittelt:

- eine Krümmung c der vom Fahrzeug befahrenen Straße,
- eine Querablage y des sich vor dem Fahrzeug befindenden Objekts
- eine Änderung Δy der Querablage y des Objekts.

[0030] Unter Querablage y – nachfolgend auch Objektquerablage genannt – wird dabei der seitliche Abstand des Objekts von der Längsachse des Fahrzeugs verstanden und unter Änderung Δy der Objektquerablage y wird die Abweichung der momentanen Objektquerablage y von der bei der erstmaligen Erfassung des Objekts ermittelten Objektquerablage verstanden.

[0031] Ferner umfasst die Steuereinheit **3** eine Verarbeitungseinheit **5**, mittels welcher anhand der Umgebungsdaten UD eine Klassifizierung einer von dem Fahrzeug befahrenen Straße durchführbar ist.

[0032] Die Umgebungserfassungsvorrichtung **4** und/oder die Verarbeitungseinheit **5** sind alternativ Bestandteile eines nicht dargestellten Spurführungsassistenzsystems des Fahrzeugs, so dass in vorteilhafter Weise nur ein geringer zusätzlicher Aufwand zur Realisierung der Bremsassistenzvorrichtung **1** und des Verfahrens zu dessen Steuerung erforderlich ist.

[0033] Bei der Klassifizierung der Straße erfolgt eine Einteilung in zumindest zwei Klassen K1, K2. Eine erste Klasse K1 stellt dabei autobahnähnliche Straßentypen und eine zweite Klasse K2 nicht-autobahnähnlicher Straßentypen dar.

[0034] Die Klassifizierung erfolgt durch Ermittlung des Straßentyps, wobei der jeweilige Straßentyp anhand einer Anzahl und/oder Breite der Spurmarkierungslinien, welche eine Fahrspur des Fahrzeugs begrenzen, und anhand einer Breite der Fahrspur ermittelt werden. Alternativ oder zusätzlich erfolgt die Ermittlung aus Kartendaten einer digitalen Straßenkarte einer nicht näher dargestellten Navigationsvorrichtung.

[0035] Beispielsweise handelt es sich bei der Straße mit hoher Wahrscheinlichkeit um einen autobahnähnlichen Straßentyp, wenn die Fahrspur, auf der sich das Fahrzeug befindet, durch eine rechte und linke Spurmarkierungslinie begrenzt wird, von denen eine mindestens 20 cm breit ist, und wenn die Fahrspur mindestens 3,60 m breit ist.

[0036] Bei der Erfassung der Umgebung des Fahrzeugs werden als Umgebungsparameter UP eine Krümmung c der Straße, eine Querablage y des vor dem Fahrzeug befindlichen Objekts und eine Änderung Δy der Querablage y erfasst. Unter der Querablage y des Objekts wird ein seitlicher Abstand des Objekts von einer Längsachse des Fahrzeugs verstanden. Die Änderung Δy der Querablage y bezieht sich auf eine Änderung des seitlichen Abstands, welche seit der erstmaligen Erfassung des Objekts stattgefunden hat.

[0037] Die Bremsassistenzvorrichtung **1** ist ein Fahrerassistenzsystem, mittels welchem ein Auffahren auf ein vorausfahrendes Fahrzeug oder ein stehendes Objekt vermieden wird oder zumindest derart abgeschwächt wird, dass Unfallfolgen reduziert werden. Dies erfolgt derart, dass keine neuen Gefahren im Straßenverkehr erzeugt werden.

[0038] Hierzu wird mittels der Steuereinheit **3** die Klassifizierung der von dem Fahrzeug befahrenen Straße durchgeführt und in Abhängigkeit der Klassifizierung wird eine Auslösung der Assistenzfunktion zugelassen oder unterdrückt. Dazu wird geprüft, ob eine von der Klassifizierung abhängige und der jeweiligen Klasse K1 bzw. K2 zugeordnete Auslösefreigabebedingung AS1 bzw. AS2 erfüllt ist oder nicht erfüllt ist. Bei Erfüllung der jeweiligen Auslösefreigabebedingung AS1 bzw. AS2 wird Auslösung der Assistenzfunktion zugelassen, ansonsten wird die Auslösung der Assistenzfunktion unterdrückt.

[0039] Somit wird die Assistenzfunktion, wenn das Fahrzeug sich auf einer der ersten Klasse K1 zugeordneten Straße befindet, also auf einem autobahnähnlichen Straßentyp, nur dann zur Ausführung freigegeben, wenn die der ersten Klasse K1 zugeordnete Auslösefreigabebedingung AS1 erfüllt ist. Entsprechend wird, wenn das Fahrzeug sich auf einer der Klasse K2 zugeordneten Straße befindet, die Assistenzfunktion nur dann zur Ausführung freigegeben, wenn die der zweiten Klasse K2 zugeordnete Auslösefreigabebedingung AS2 erfüllt ist.

[0040] Die Auslösefreigabebedingungen AS1 und AS2 sind derart vorgegeben, dass die der ersten Klasse K1 zugeordnete Auslösefreigabebedingung AS1 leichter erfüllt wird als die der zweiten Klasse K2 zugeordnete Auslösefreigabebedingung AS2. Das heißt, auf autobahnähnlichen Straßentypen ist die Bremsassistenten-vorrichtung **1** "sensibler" eingestellt, um ihre volle Leistungsfähigkeit zu erhalten. Auf nicht-autobahnähnlichen Straßentypen, welche sich durch mehr Objekte am Straßenrand, wie Bepflanzungen und Randbebauungen auszeichnen, ist die Bremsassistenten-vorrichtung **1** hingegen weniger „sensibel“ eingestellt, so dass Bremsassistenten-vorrichtung **1** nicht so häufig auslösen wird, als beim Betrieb auf den autobahnähnlichen Straßentypen. Damit wird auch die Häufigkeit der auf nicht-autobahnähnlichen Straßentypen erwarteten Fehlauflösungen reduziert.

[0041] Weiterhin wird die Assistenzfunktion der Bremsassistenten-vorrichtung **1** in mehreren Eskalationsstufen E1 bis E3 ausgeführt, wobei die jeweilige Eskalationsstufe E1 bis E3 der Assistenzfunktion vorzugsweise in Abhängigkeit der Klassifizierung der von dem Fahrzeug befahrenen Straße gewählt wird.

[0042] In [Fig. 2](#) sind diese Eskalationsstufen E1 bis E3 in Abhängigkeit von Zeitpunkten t1 bis t3, zu welchen diese erfolgen, dargestellt.

[0043] Der Zeitpunkt t3 markiert den spätesten Zeitpunkt, zu dem eine Vollbremsung mit einer vorgegebenen Maximalverzögerung eingeleitet werden muss, um eine Kollision mit dem sich vor dem Fahrzeug befindenden Objekt zu vermeiden. Alternativ kann der Zeitpunkt t3 auch als Zeitpunkt definiert sein, zu dem spätestens entweder die oben genannte Vollbremsung oder ein Ausweichmanöver mit einer vorgegebenen maximalen Querschleunigung eingeleitet werden muss, um eine Kollision mit dem Objekt zu vermeiden.

[0044] Der Zeitpunkt t3 wird in Abhängigkeit des Abstands A zwischen dem Fahrzeug und dem sich davor befindenden Objekt und in Abhängigkeit des Fahrzustands des Fahrzeugs und des Objekts bestimmt. Als Fahrzustand werden dabei insbesondere die Geschwindigkeiten des Fahrzeugs und des Objekts und vorzugsweise zusätzlich auch die Beschleunigungen des Fahrzeugs und des Objekts berücksichtigt. Die Zeitpunkte t1 und t2 sind als Zeitabstände bezogen auf den Zeitpunkt t3 definiert.

[0045] In einer ersten Eskalationsstufe E1, welche zum Zeitpunkt t1 ausgeführt wird, wird als Warnhinweis eine optische und akustische Warnung ausgegeben. In einer zweiten Eskalationsstufe E2 zum Zeitpunkt t2 wird eine haptische Warnung ausgegeben und in einer dritten Eskalationsstufe E3 zum Zeitpunkt t3 wird als Bremsvorgang eine Vollbremsung ausgeführt.

[0046] Somit ist es dem Fahrer des Fahrzeugs rechtzeitig möglich, eine kritische Verkehrssituation durch Eingreifen selbst zu lösen. Erkennt die Bremsassistenten-vorrichtung **1** jedoch keine entsprechende Fahrerreaktion, so löst sie automatisch zum Zeitpunkt t3 in der dritten Eskalationsstufe E3 auf vorausfahrende Fahrzeuge eine Vollbremsung aus, so dass zumindest unter optimalen Bedingungen, wie einer trockenen Straße und keiner Sichtverdeckung, ein Auffahrunfall zwischen dem Fahrzeug und dem sich vor dem Fahrzeug befindenden Objekt vermieden wird. Dies gilt jedoch nur, wenn das Objekt sich in der gleichen Richtung wie das Fahrzeug bewegt, d. h. wenn das Objekt als vorausfahrendes Fahrzeug identifiziert worden ist.

[0047] Handelt es sich bei dem erfassten Objekt jedoch um ein stehende Hindernis, welches keine Eigengeschwindigkeit aufweist, werden nur die Eskalationsstufen E1 bis E2 ausgelöst, dass der Fahrer zum Zeitpunkt t3 selbstständig eine Vollbremsung einleiten muss, um die Kollision zwischen dem Fahrzeug und dem erfassten Objekt zu vermeiden. Auf stehende Objekte wird keine automatische Vollbremsung ausgelöst.

[0048] Wie bereits erwähnt müssen die vom jeweiligen Straßentyp abhängigen Auslösefreigabebedingungen AS1 bzw. AS2 erfüllt sein, wenn die Assistenzfunktion in den vorstehend genannten Eskalationsstufen ausgeführt werden soll. Diese Auslösefreigabebedingungen sind erfüllt, wenn eine oder mehrere der nachfolgend genannten Zusatzbedingungen erfüllt sind.

[0049] Eine erste Zusatzbedingung fordert, dass die Krümmung c der Straße kleiner oder gleich einem vorgegebenen Schwellwert $c_schwelle$ ist, gemäß:

$$c \leq c_schwelle. \quad [1]$$

[0050] Dabei gilt für den autobahnähnlichen Straßentyp, dass der Schwellwert $c_schwelle$ einem großen Krümmungswert $c_groß$ gemäß

$$c_schwelle = c_groß \quad [2]$$

entspricht.

[0051] Für den nicht-autobahnähnlichen Straßentyp gilt nach

$$c_schwelle = c_klein < c_groß, \quad [3]$$

dass der Schwellwert $c_schwelle$ einem kleinen Krümmungswert c_klein entspricht, welcher kleiner als der große Krümmungswert $c_groß$ ist.

[0052] Eine zweite Zusatzbedingung fordert, dass die Objektquerablage y kleiner oder gleich einem vorgegebenen Schwellwert $y_schwelle$ ist, gemäß:

$$y \leq y_schwelle, \quad [4]$$

wobei für den autobahnähnlichen Straßentyp gilt, dass der Schwellwert $y_schwelle$ einer großen Objektquerablage $y_groß$ gemäß

$$y_schwelle = y_groß \quad [5]$$

entspricht.

[0053] Für den nicht-autobahnähnlichen Straßentyp gilt nach

$$y_schwelle = y_klein < y_groß, \quad [6]$$

dass der Schwellwert $y_schwelle$ einer kleinen Objektquerablage y_klein entspricht, welche kleiner als die große Objektquerablage $y_groß$ ist.

[0054] Eine dritte Zusatzbedingung fordert, dass die Änderung Δy der Objektquerablage y kleiner oder gleich einem vorgegebenen Schwellwert $\Delta y_schwelle$ ist, gemäß:

$$\Delta y \leq \Delta y_schwelle, \quad [7]$$

wobei für den autobahnähnlichen Straßentyp gilt, dass der Schwellwert $\Delta y_schwelle$ einer großen Änderung $\Delta y_groß$ der Objektquerablage gemäß

$$\Delta y_schwelle = \Delta y_groß \quad [8]$$

entspricht.

[0055] Für den nicht-autobahnähnlichen Straßentyp gilt nach

$$\Delta y_schwelle = \Delta y_klein < \Delta y_groß, \quad [9]$$

dass der Schwellwert $\Delta y_schwelle$ einer kleinen Änderung Δy_klein der Objektquerablage y entspricht, welche kleiner als die große Änderung $\Delta y_groß$ der Objektquerablage y ist.

[0056] Insgesamt können die Auslösefreigabebedingung AS1 für den autobahnähnlichen Straßentyp und die Auslösefreigabebedingung AS2 für den nicht-autobahnähnlichen Straßentyp wie folgt zusammengefasst werden:

$$AS1 = \begin{cases} c \leq c_{\text{gro\ss}} \\ y \leq y_{\text{gro\ss}} \\ \Delta y \leq \Delta y_{\text{gro\ss}} \end{cases} \quad [10]$$

$$AS2 = \begin{cases} c \leq c_{\text{klein}} \\ y \leq y_{\text{klein}} \\ \Delta y \leq \Delta y_{\text{klein}} \end{cases} \quad [11]$$

wobei die die Auslösefreigabebedingung AS2 für den nicht-autobahnähnlichen Straßentyp vorteilhafterweise für zumindest eine vorgegebene Zeitdauer ununterbrochen erfüllt sein müssen.

[0057] Daraus resultiert in vorteilhafter Weise, dass die Bremsassistentzvorrichtung 1 auf dem autobahnähnlichen Straßentyp "sensibler" eingestellt ist als auf dem nicht-autobahnähnlichen Straßentyp, wie beispielsweise auf Landstraßen oder innerhalb geschlossener Ortschaften. Somit wird die Häufigkeit von Fehleingriffen der Bremsassistentzvorrichtung 1 auf dem nicht-autobahnähnlichen Straßentyp gegenüber einer herkömmlichen Systemauslegung, bei der eine Unterscheidung zwischen den verschiedenen Straßentypen nicht vorgenommen wird, reduziert.

[0058] Ein konkretes Ausführungsbeispiel einer durchgeführten Assistenzfunktion wird im Folgenden näher beschrieben. Hierbei wird angenommen, dass bei allen Berechnungen der Bremsassistentzvorrichtung 1 bezüglich des Bremswegs und der Kollisionsvermeidung optimale Straßenverhältnisse, d. h. ein Reibwert von "1", vorausgesetzt werden. Insbesondere wird eine Reibwertschätzung nicht durchgeführt.

[0059] Mittels der Bremsassistentzvorrichtung 1 wird permanent die Verkehrslage vor dem Fahrzeug erfasst und ausgewertet, wobei Daten des eigenen Fahrzeugs ermittelt und überwacht werden, der Abstand A zu vorausfahrenden Fahrzeugen oder stehenden Objekten beobachtet und deren Geschwindigkeit erfasst wird.

[0060] Ob ein Objekt relevant für den Betrieb des Fahrzeugs ist, wird mittels eines Algorithmus zur Erkennung relevanter Objekte bestimmt. Dabei muss ein relevantes Objekt länger als eine Sekunde erkannt sein, eine Relativgeschwindigkeit muss kleiner "0" sein, das heißt der Abstand A zwischen dem eigenen Fahrzeug und dem erfassten Objekt verkleinert sich und der Abstand A muss mehr als 0,25 m betragen, d. h. das Objekt muss sich außerhalb einer Totzone des Radarsensors befinden.

[0061] Dabei müssen alle Bedingungen erfüllt sein, bevor eine Warnung aktiv ausgegeben wird. Der Algorithmus zur Berechnung der Zeit bis zur Kollision ist bestimmt durch den Reibwert der Straße und eine vorgegebene Maximalverzögerung des Fahrzeugs, mit beispielsweise 6 m/s².

[0062] Erkennt die Bremsassistentzvorrichtung 1 aufgrund der aktuellen Fahrsituation eine mögliche Kollision mit einem vorausfahrenden Fahrzeug oder einem stehenden Objekt, wird die die Fahreraktivität zum Zeitpunkt t₀ ausgewertet. Dieser Zeitpunkt t₀ liegt beispielsweise 5,5 s vor dem Zeitpunkt t₃ zu dem spätestens eine Vollbremsung mit der vorgegebenen Maximalverzögerung eingeleitet werden muss, um eine Kollision mit dem Objekt zu vermeiden. Dabei werden vorzugsweise nur vorausfahrende Fahrzeuge auf der eigenen Fahrspur oder stehende Objekte, welche sich in gerader Richtung vor dem eigenen Fahrzeug befinden, berücksichtigt. Entgegenkommende Fahrzeuge bleiben unberücksichtigt.

[0063] Wird keine Fahreraktivität erkannt, wird der Fahrer insbesondere nach einer Sekunde zum Zeitpunkt t₁ optisch durch eine Warnanzeige im Kombiinstrument und akustisch durch Ausgaben eines intermittierenden Warntones gewarnt. Der Zeitpunkt t₁ kann auch 2 s bis 2,5 s vor der potentiellen Vollbremsung liegen.

[0064] Nach einer weiteren Sekunde, wobei die Zeit je nach geschätzter Kritikalität der Situation, d. h. in Abhängigkeit von einer geschätzten Kollisionswahrscheinlichkeit, variiert wird, triggert die Bremsassistentzvorrichtung 1 eine Teilbremsung, d. h. einen im Vergleich zu einer Vollbremsung leichten Bremseingriff mit einer Verzögerung von beispielsweise 3 m/s² zum Zeitpunkt t₂ als haptische Warnung.

[0065] Nach einer weiteren Sekunde wird automatisch die Vollbremsung zum Zeitpunkt t₃ ausgelöst, wenn es sich bei dem erkannten Objekt um ein vorausfahrendes Fahrzeug mit einer Eigengeschwindigkeit handelt.

[0066] Bis zum Einsetzen der eigentlichen Vollbremsung bzw. Notbremsung im Zeitpunkt t_3 kann der automatische Eingriff durch eine entsprechende Reaktion des Fahrers, beispielsweise durch Betätigung des Blinkers, der Bremse, progressives Beschleunigen, ein Abschalten und/oder ein Ausweichen mit Objektverlust für die Erfassungseinheit **2**, jederzeit unterbrochen werden. Eine automatisch mittels der Bremsassistentzvorrichtung **1** ausgelöste Vollbremsung kann der Fahrer durch Deaktivierung des Systems und/oder durch vollständige Betätigung des Gaspedals, auch als Kickdown bekannt, abbrechen.

[0067] Sowohl die Eskalationsstufen E1 bis E3 als auch die Auslösefreigabebedingungen AS1, AS2 der Assistenzfunktion werden vorzugsweise zusätzlich in Abhängigkeit der Umweltparameter UP eingestellt und gesteuert.

[0068] Zur Bedienung der Bremsassistentzvorrichtung **1** ist eine nicht dargestellte Mensch-Maschine-Schnittstelle vorgesehen, welche Eingabeelemente umfasst, mittels welchen der Fahrer das Verhalten Bremsassistentzvorrichtung **1** vorgeben und/oder kontrollieren kann, so dass der Fahrer insbesondere in kritischen Fahrsituationen "seinen Willen" mitteilen kann. Die Eingabeelemente umfassen zumindest einen Taster im Bedienfeld, ein Fahrpedal, ein Bremspedal, einen Blinkerhebel und ein Lenkrad, wobei aus der Lenkradstellung die gefahrene Kurvenkrümmung c ermittelt wird. Mittels der Eingabeelemente wird die Fahreraktivität erkannt. Diese Fahreraktivität wird von der Bremsassistentzvorrichtung **1** bei der Ausgabe der Warnungen berücksichtigt.

[0069] Weiterhin umfasst die Mensch-Maschine-Schnittstelle alle Ausgabeelemente, mit welchen der Fahrer informiert und gewarnt wird. Mittels der Ausgabeelemente wird das Warnkonzept umgesetzt und der Fahrer auf kritische Situationen aufmerksam gemacht.

[0070] Die Ausgabeelemente umfassen ein Ausgabeinstrument INS, d. h. einen Ausgabebildschirm und einen Lautsprecher aufweist, und das in [Fig. 4](#) näher dargestellte Bremssystem BS. Mittels des Ausgabeinstruments INS wird die optische Warnung angezeigt und der Warnton ausgegeben. Mittels des Bremssystems BS werden die Verzögerungen der haptischen Warnung als Teilbremsung und die volle Bremsverzögerung bei der Voll- bzw. Notbremsung erzeugt.

[0071] Zur Warnung eines direkten Verkehrsumfeldes des Fahrzeugs wird zusätzlich während der Vollbremsung vorzugsweise ein so genanntes "Emergency Stop Signal" aktiviert, welches beispielsweise ein mittels einer Fahrzeugbeleuchtung erzeugtes optisches Signal und/oder mittels einer Fahrzeughupe erzeugtes akustisches Signal ist.

[0072] Die Aktivierung der Bremsassistentzvorrichtung **1** durch den Fahrer erfolgt mittels des Tasters im Bedienfeld. Somit kann der Fahrer zu jeder Zeit die Bremsassistentzvorrichtung **1** aktivieren oder deaktivieren. Die optische Warnung bleibt davon unabhängig vorzugsweise auch im ausgeschalteten Zustand aktiv. Nach dem Aktivieren der Zündung des Fahrzeugs ist die Bremsassistentzvorrichtung **1** standardmäßig aktiviert, wobei eine Zustandsanzeige der Bremsassistentzvorrichtung **1** deaktiviert ist. Die Zustandsanzeige ist vorzugsweise eine LED, welche innerhalb des Tasters angeordnet ist. Der Zustand wird redundant über die LED im Taster und als Textausgabe in der Anzeigeeinheit des Ausgabeinstruments INS angezeigt.

[0073] Die Bremsassistentzvorrichtung **1** realisiert weiterhin zwei Warnstufen, die in Abhängigkeit einer verbleibenden Zeitreserve bezüglich der drohenden Kollision aktiviert werden. Dadurch wird sichergestellt, dass die Warnstufen situationsabhängig und dynamisch gesteuert in der richtigen Reihenfolge für den Fahrer jederzeit nachvollziehbar erfolgen. Das Warnkonzept der Bremsassistentzvorrichtung **1** ist dabei derart konzipiert, dass jeder Warnstufe eine spezifische Ausgabe an den Fahrer zugeordnet ist. Dabei ist neben den zwei Hauptwarnstufen auch eine so genannte ART-Komfortwarnung (ART = Abstandsregeltempomat) berücksichtigt.

[0074] Bei der ART-Komfortwarnung, welcher bis zu einer Regelgrenze von 2 m/s^2 aktiviert wird, wird die optische Warnung erzeugt. Zusätzlich wird als akustische Warnung ein Doppelwarnton ausgegeben.

[0075] Die erste Warnstufe wird in einer kritischen. Situation aktiviert. Dabei wird die optische Warnung ausgegeben und zusätzlich wird der Doppelwarnton kontinuierlich hintereinander angesteuert, was zu einem intermittierenden Warnton führt.

[0076] Die zweite Warnstufe wird in einer sehr kritischen Situation aktiviert, wobei optische Warnung und der intermittierende Warnton weiterhin aktiviert bleiben. Zusätzlich wird die haptische Warnung durch die Teilbremsung mit einer Verzögerung von 3 m/s^2 aktiviert und es erfolgt eine Aktivierung von Bremslichtern des

Fahrzeugs, um den rückwärtigen Verkehr zu warnen. Die haptische Warnung wird relativ zur aktuellen Fahrzeugbeschleunigung additiv beaufschlagt.

[0077] Die letzte Stufe der Bremsassistentz stellt die Vollbremsung dar, wobei während der ausgelösten Vollbremsung die optische Warnung weiterhin aktiviert bleibt. Zusätzlich wird ein Dauerwarnton ausgegeben.

[0078] In einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung werden ab der ersten Warnstufe zusätzlich ein Radio und eine Freisprecheinrichtung stumm geschaltet, damit sich der Fahrer in kritischen Situationen ausschließlich auf den Verkehr konzentrieren kann.

[0079] Das Warnkonzept der Bremsassistentzvorrichtung **1** ist dahingehend ausgelegt, dass der Fahrer so früh wie möglich eine kritische Situation durch Bremsen oder Ausweichen allein ohne automatischen Bremseingriff lösen kann. Dadurch wird sichergestellt, dass der Fahrer zu jedem Zeitpunkt die Hoheit über sein Fahrzeug bewahren kann. Aus diesem Grund werden von der Bremsassistentzvorrichtung **1** alle "relevanten Fahreraktivitäten", wie z. B. die Betätigung des Tasters, des Bremspedals, des Fahrpedals, des Fahrleistungsanzeigers, die Lenkaktivität sowie der Kickdown anerkannt, die entsprechend der Situation vom Fahrer beobachtet werden können.

[0080] Diese Fahreraktivitäten werden verwendet, um bei einer potentiellen Notbremssituation den Bremseingriff zu unterdrücken, wenn der Fahrer eine Reaktion auf die akustische und/oder haptische Warnung zeigt. In der letzten Warnstufe der Vollbremsung wird von der Bremsassistentzvorrichtung **1** neben dem Kickdown nur noch der Taster ausgewertet. Alle anderen Eingaben können nicht mehr zum Abbruch der Voll- bzw. Notbremsung führen, da beispielsweise eine ungewollte Aktivierung des Blinkers durch den Fahrer aufgrund der starken Verzögerung des Fahrzeugs vorliegen kann.

[0081] Bei erkannter Fahreraktivität wird automatisch die akustische Warnung unterdrückt. Das optische Warnsymbol bleibt dabei weiterhin angezeigt und weist auf die potentielle Gefahrensituation hin.

[0082] Die ausgelöste Vollbremsung kann jederzeit mittels Taster oder Kickdown durch den Fahrer abgebrochen oder revidiert werden. Die Voll- bzw. Notbremsung wird dann automatisch wieder aufgehoben, wenn vor einem Stillstand des Fahrzeugs die Relativgeschwindigkeit zwischen dem Fahrzeug und dem Objekt größer als "0" ist und der Abstand A mehr als 10 m beträgt. Befindet sich das Fahrzeug im Stillstand, wird die Voll- bzw. Notbremsung dann automatisch wieder aufgehoben, wenn die Eigengeschwindigkeit "0" ist

[0083] Im Stillstand wird das Fahrzeug durch die Bremse maximal noch 5 s automatisch gehalten. Anschließend kann der Fahrer das Fahrzeug umgehend aus dem Gefahrenbereich entfernen oder das Fahrzeug durch Betätigung einer Feststellbremse gegen Wegrollen sichern. Mittels der optischen Anzeigeeinheit wird zusätzlich der Hinweis in Textform ausgegeben, dass eine Voll- bzw. Notbremsung ausgeführt und beendet wurde.

[0084] Neben der redundanten Messung des Abstands A anhand der Radarsignal-Laufzeit und der Differenzgeschwindigkeit v_{Diff} zwischen dem vorausfahenden oder stehenden Objekt und dem Fahrzeug anhand einer Frequenzverschiebung erfolgt weiterhin eine Plausibilisierung aller Eingangssignale.

[0085] [Fig. 3](#) zeigt die Bremsassistentzvorrichtung **1** und mit diesem gekoppelte weitere Komponenten, deren Signale als Eingangssignale plausibilisiert werden.

[0086] Bei diesen Komponenten handelt es sich um den Radarsensor RDF, einen so genannten Radarfrontend. Der Radarsensor RDF liefert Objektdaten über einen CAN-Bus des Fahrzeugs an die Steuereinheit **3** der Bremsassistentzvorrichtung **1**. Hierzu werden zwei CAN-Botschaften verwendet, welche redundante Informationen über erkannte Ziele liefern. Dabei handelt es sich um eine erste Botschaft, welche eine Standard-Botschaft ist, und eine zweite Botschaft mit redundanten Daten, welche über einen so genannten Common Power Train Controller CRC und einen nicht dargestellten Botschaftszähler abgesichert ist. Die Objektdaten enthalten Informationen über den Abstand A, die Relativgeschwindigkeit (= Differenzgeschwindigkeit v_{Diff}), eine Relativbeschleunigung, die Querablage y und eine Messqualität. Die Messqualität beinhaltet Informationen über eine analoge oder digitale Erfassung sowie eine Zieldichte und weitere Informationen.

[0087] Eine weitere Komponente ist ein Grundmodul GM, welches die CAN-Botschaften des Radarsensors RDF von einem so genannten Rahmen-CAN und einem modularen Schalterfeld MSF, welches den Taster enthält, von einem so genannten Innenraum-CAN auf einen IES-CAN setzt. Hierbei werden die Daten kopiert, jedoch nicht verarbeitet. Zusätzlich kann das "Emergency Stop Signal" angesteuert werden.

[0088] Eine weitere Komponente ist das Bremssystem BS, welches an die Bremsassistenzeinrichtung 1 Informationen über eine Geschwindigkeit an einer Vorderachse und Hinterachse des Fahrzeugs, die Kurvenkrümmung c und die Bremspedalstellung liefert. Die Bremspedalstellung sowie die Kurvenkrümmung c werden von der Bremsassistenzeinrichtung 1 ausgewertet, um die Fahreraktivität während der ersten Warnstufe zu erkennen.

[0089] Das Bremssystem BS erhält von der Bremsassistenzeinrichtung 1 den Verzögerungswunsch über den CAN-Bus. Zusätzlich ist der Bremsengriff über eine Checksumme und den Botschaftszähler und ein "Verzögerungswunsch-Bit" abgesichert.

[0090] Eine weitere Komponente stellt das Anzeigeelement INS dar, welche Anweisungen für einen Warnton, eine Abstandswarnung, Text- und Fehleranzeigen sowie eine Stummschaltung des Radios und der Freisprecheinrichtung steuert.

[0091] Das modulare Schalterfeld MSF liefert an die Bremsassistenzeinrichtung 1 Informationen über Fahrerreaktionen durch Drücken des Tasters und Betätigen des linken oder rechten Blinkers. Das Modulare Schalterfeld MSF erhält von der Bremsassistenzeinrichtung 1 über das Grundmodul GM den Status der LED im Taster.

[0092] Der Common Power Train Controller CPC liefert Informationen über die Geschwindigkeit und die Fahrpedalstellung, inklusive eines durchgeführten Kickdowns. Die Fahrpedalstellung und die Information über den Kickdown werden von der Bremsassistenzeinrichtung 1 für die Fahreraktivitätserkennung benötigt. Die Bremsassistenzeinrichtung 1 fordert vom Common Power Train Controller CPC eine Motormomentbegrenzung und eine Deaktivierung eines Tempomats über den CAN-Bus an.

[0093] Zusätzlich wird zur Plausibilisierung der Eingangssignale eine Integritätsüberprüfung einer Hardware der Bremsassistenzeinrichtung 1 und deren Software durchgeführt. Weiterhin sind eine redundante Berechnung aller kritischen Werte und Ausgangsgrößen, wie eine Zeitreserve, und eine redundante Reversierung der Bremsassistenzeinrichtung 1 durch den Fahrer jederzeit möglich.

[0094] Ziel ist es nach dem so genannten Fail-Silent-Prinzip, dass Einfachfehler zu keiner Gefährdung des Straßenverkehrs führen.

[0095] Zur Überwachung der gesamten Systemfunktion führt die Bremsassistenzeinrichtung 1 umfangreiche Überprüfungen aller Eingangsdaten durch. So werden beispielsweise die Relativgeschwindigkeit und der Abstand A über der Zeit speziell im Hinblick auf Scheinobjekte plausibilisiert. Wird ein nicht reales Verhalten beobachtet, so wird automatisch ein interner Fehler ausgelöst und die Funktion abgeschaltet. Dabei werden in einem so genannten Errormanagement drei Fehlerklassen unterschieden. Die erste Fehlerklasse umfasst funktionseinschränkende Fehler, beispielsweise wenn das Bremssystem BS nicht verfügbar ist. Die zweite Fehlerklasse umfasst leichte Fehler, beispielsweise wenn Rechenoperationen unplausibel sind. Die dritte Fehlerklasse umfasst permanente Fehler, beispielsweise Hardware-Fehler.

[0096] Je nach Fehlerart wird die Assistenzfunktion komplett abgeschaltet bzw. darauf begrenzt, dass nur eine optische Warnung ausgegeben wird.

[0097] Auftretende Fehler der Funktion, Kommunikation und Hardwarebetriebs der Bremsassistenzeinrichtung 1 werden auf Basis einer bestehenden Diagnose-Architektur verarbeitet. Im Fahrbetrieb kommen dabei nur Fehler zur Anzeige für den Fahrer, die für den Betrieb des Fahrzeuges wichtig sind, wie beispielsweise, dass Bremsassistenzeinrichtung 1 nicht aktivierbar ist.

[0098] Im Stillstand des Fahrzeugs ist es weiterhin für den Fahrer möglich, den gesamten Fehlerstatus aller Steuergeräte per so genannter PFÜ-Online mittels der Anzeigeeinheit des Ausgabeinstruments INS abzufragen. Diese Abfrage der Fehlerspeicher ist auch Offline in einer Werkstatt per Diagnosegerät oder Tester, beispielsweise während einer Inspektion oder Wartung des Fahrzeugs, möglich.

[0099] Um die Sicherheit der Fahrzeuginsassen und der in der Umgebung des Fahrzeugs befindlichen anderen Verkehrsteilnehmer sicherzustellen, sind Systemgrenzen vorgegebenen, welche im Wesentlichen durch die Systemarchitektur der Bremsassistenzeinrichtung 1 bestimmt sind.

[0100] Dabei ist die haptische Warnung insbesondere auf einen Bremsengriff mit einer Verzögerung von 3 m/s^2 begrenzt.

[0101] Vorzugsweise wird die Bremsassistenzeinrichtung 1 dann automatisch deaktiviert, wenn das Fahrzeug eine Eigengeschwindigkeit von weniger als 10 km/h aufweist, die Feststellbremse betätigt ist, während einer Initialisierungs- und Selbsttestphase der Bremsassistenzeinrichtung 1, bei Störungen eines Antiblockiersystems und bei Systemfehlern der Bremsassistenzeinrichtung 1.

[0102] Über die Fahrzeugdiagnose werden sämtliche Systemzustände und Systemfehler abgerufen und überprüft. Kritische Fehler, die einen sicheren Betrieb des Fahrzeugs einschränken, werden mittels der Anzeigeeinheit des Ausgabeinstruments INS angezeigt.

[0103] Fig. 4 zeigt ein Ausführungsbeispiel eines Ablaufs eines erfindungsgemäßen Verfahrens zum Betrieb einer Bremsassistenzeinrichtung 1 gemäß der Beschreibung der Fig. 1 bis Fig. 3.

[0104] In einem ersten Verfahrensschritt S1 wird ermittelt, ob eine erfasste Spurbreite größer oder gleich einer vorgegebenen Spurbreite ist, wobei die vorgegebene Spurbreite einer Spurbreite eines autobahnähnlichen Straßentyps entspricht und vorzugsweise 3,60 m ist. Weiterhin wird im ersten Verfahrensschritt S1 ermittelt, ob genau zwei Markierungslinien auf der Fahrspur des Fahrzeugs erkannt werden und ob eine rechte Markierungslinie breiter als eine linke Markierungslinie ist, insbesondere breiter als 20 cm ist. Sind diese Voraussetzungen erfüllt, wird die Straße, auf welcher sich das Fahrzeug bewegt, als autobahnähnlicher Straßentyp erkannt und es wird ein zweiter Verfahrensschritt S2 ausgeführt. Sind diese Voraussetzungen nicht erfüllt, wird die Straße, auf welcher sich das Fahrzeug bewegt, als nicht-autobahnähnlicher Straßentyp erkannt und es wird ein dritter Verfahrensschritt S3 ausgeführt.

[0105] Im zweiten Verfahrensschritt S2 wird die Auslösefreigabebedingung AS1 für den autobahnähnlichen Straßentyp zur Entscheidung, ob die Assistenzfunktion ausgeführt werden darf, angewandt. Die Assistenzfunktion wird bei Erfüllung der Auslösefreigabebedingung AS1 dabei insbesondere derart ausgeführt, dass in einer ersten Warnkaskade die Eskalationsstufen E1 bis E3 ausgeführt werden.

[0106] Die erste Warnkaskade wird dabei nur solange ausgeführt, wie die Zusatzbedingungen erfüllt sind, nach welchen die erfasste Krümmung c der Straße kleiner oder gleich dem großen Krümmungswert $c_{\text{groß}}$ gemäß

$$c \leq c_{\text{groß}} \quad [12]$$

ist und die Objektablage y des erfassten relevanten Objekts kleiner oder gleich der großen Objektquerablage $y_{\text{groß}}$ gemäß

$$y \leq y_{\text{groß}} \quad [13]$$

ist und die Änderung Δy der Objektquerablage y kleiner oder gleich der großen Änderung $\Delta y_{\text{groß}}$ der Objektquerablage y gemäß

$$\Delta y \leq \Delta y_{\text{groß}} \quad [14]$$

ist.

[0107] Ist eine der Zusatzbedingungen nicht erfüllt, kommt es zur sofortigen Unterbrechung der ersten Warnkaskade. Bei erneuter Erfüllung der Zusatzbedingungen kommt es zur sofortigen Wiederaufnahme der ersten Warnkaskade.

[0108] Bei Ausführung der ersten Warnkaskade kommt es somit zu einem robusten Auslösen der Bremsassistenzeinrichtung 1, insbesondere bei stehenden Objekten, d. h. bei Objekten ohne Eigengeschwindigkeit, auf autobahnähnlichen Straßentypen.

[0109] Im dritten Verfahrensschritt S3 wird die Auslösefreigabebedingung AS2 für den nicht-autobahnähnlichen Straßentyp zur Entscheidung, ob die Assistenzfunktion ausgeführt werden darf, angewandt. Die Assistenzfunktion wird dabei insbesondere derart ausgeführt, dass in einer zweiten Warnkaskade die Eskalationsstufen E1 bis E2 ausgeführt werden, so dass härtere bzw. strengere Filterbedingungen zur Auslösung der Bremsassistenzeinrichtung 1, insbesondere bei stehenden Objekten ohne Eigengeschwindigkeit, angewandt werden.

[0110] Die zweite Warnkaskade wird dabei nur ausgeführt, wenn die folgenden Zusatzbedingungen für eine vorgegebene Zeitdauer erfüllt sind.

[0111] Nach der ersten Zusatzbedingung muss die erfasste Krümmung c der Straße kleiner oder gleich dem kleinen Krümmungswert c_{klein} gemäß

$$c \leq c_{\text{klein}} \quad [15]$$

sein. Nach der zweiten Zusatzbedingung muss die Objektablage y des erfassten relevanten Objekts kleiner oder gleich der kleinen Objektquerablage $c_{\text{groß}}$ gemäß

$$y \leq y_{\text{klein}} \quad [16]$$

sein und nach der dritten Zusatzbedingung muss die Änderung Δy der Objektquerablage y kleiner oder gleich der kleinen Änderung $\Delta y_{\text{groß}}$ der Objektquerablage y gemäß

$$\Delta y \leq \Delta y_{\text{klein}} \quad [17]$$

sein.

[0112] Ist eine der Zusatzbedingungen nicht erfüllt, kommt es zur sofortigen Unterbrechung der zweiten Warnkaskade. Bei erneuter Erfüllung der Zusatzbedingungen für zumindest die vorgegebene Zeitdauer kommt es zur sofortigen Wiederaufnahme der zweiten Warnkaskade.

[0113] Gemäß dem dargestellten Ausführungsbeispiel des Ablaufs des erfindungsgemäßen Verfahrens werden einerseits unterschiedliche Auslösefreigabebedingungen AS1, AS2 in in Abhängigkeit der Klassifizierung der vom Fahrzeug befahrenen Straße, d. h. in Abhängigkeit des erfassten Straßentyps, vorgegeben und andererseits wird bei der Ausführung der Assistenzfunktion zwischen stehenden und vorausfahrenden Objekten unterschieden.

Bezugszeichenliste

1	Bremsassistentzvorrichtung
2	Erfassungseinheit
3	Steuereinheit
4	Umgebungserfassungseinheit
5	Verarbeitungseinheit
A	Abstand
AS1	erste Auslöseschwelle
AS2	zweite Auslöseschwelle
BS	Bremssystem
c	Krümmung
CPC	Common Power Train Controller
E1 bis E3	Eskalationsstufe
GM	Grundmodul
INS	Ausgabeinstrument
K1	erste Klasse
K2	zweite Klasse
MSF	modulares Schalterfeld
RDF	Radarsensor
S1 bis S3	Verfahrensschritt
t0 bis t3	Zeitpunkt
UD	Umgebungsdaten
UP	Umgebungsparameter
v_{Diff}	Differenzgeschwindigkeit
y	Objektquerablage
Δy	Änderung der Objektquerabla

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 10258617 A1 [[0002](#)]
- WO 2006/072342 A1 [[0003](#)]

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben einer Bremsassistentzvorrichtung (1) für ein Fahrzeug, wobei bei ausbleibender Fahreraktivität in Abhängigkeit eines Abstands (A) des Fahrzeugs zu einem vor dem Fahrzeug befindlichen Objekt eine Assistenzfunktion ausgeführt wird, welche die Erzeugung eines Warnhinweises und/oder Einleitung eines automatischen Bremsvorgangs umfasst, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Klassifizierung einer von dem Fahrzeug befahrenen Straße durchgeführt wird und dass die Assistenzfunktion nur dann ausgeführt wird, wenn mindestens eine von der Klassifizierung abhängige Auslösefreigabebedingung (AS1, AS2) erfüllt ist.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass bei der Klassifizierung der Straße eine Einteilung in zumindest zwei Klassen (K1, K2) erfolgt, wobei die Straße in einer ersten Klasse (K1) als autobahnähnlicher Straßentyp oder einer zweiten Klasse (K2) als nicht-autobahnähnlicher Straßentyp klassifiziert wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Auslösefreigabebedingung (AS1, AS2) bei einer der ersten Klasse (K1) zugeordneten Straße eine geringere Hürde für die Zulassung der Ausführung der Assistenzfunktion darstellt als bei einer der zweiten Klasse (K2) zugeordneten Straße.

4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Straßentyp anhand einer Anzahl und/oder Breite von eine Fahrspur des Fahrzeugs begrenzenden Markierungslinien und/oder einer Breite der Fahrspur und/oder aus Kartendaten einer digitalen Straßenkarte ermittelt wird.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zur Überprüfung der Auslösefreigabebedingung (AS1, AS2) mindestens ein Umgebungsparameter (UP) des Fahrzeugs erfasst und mit einer in Abhängigkeit der Klassifizierung der Straße vorgegebenen Schwelle (c_schwelle, y_schwelle, Δy _schwelle) verglichen wird, wobei als Umgebungsparameter (UP) eine Krümmung (c) der Straße und/oder eine Querablage (y) des vor dem Fahrzeug befindlichen Objekts und/oder eine Änderung (Δy) der Querablage (y) erfasst wird oder werden.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Assistenzfunktion in mehreren Eskalationsstufen (E1 bis E3) ausgeführt wird und zumindest die Erzeugung eines Warnhinweises gefolgt von der Einleitung eines automatischen Bremsvorgangs umfasst.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die jeweilige Eskalationsstufe (E1 bis E3) der Assistenzfunktion in Abhängigkeit der Klassifizierung der von dem Fahrzeug befahrenen Straße gewählt oder ausgelöst wird.

8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass in einer ersten Eskalationsstufe (E1) eine optische und/oder akustische Warnung als Warnhinweis ausgegeben wird oder werden, dass in einer zweiten Eskalationsstufe (E2) eine Teilbremsung als haptische Warnung ausgeführt wird, und dass in einer dritten Eskalationsstufe (E3) eine Vollbremsung als Bremsvorgang ausgeführt wird.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die erste und zweite Eskalationsstufe (E1, E2) der Assistenzfunktion nur dann ausgeführt werden, wenn das sich vor dem Fahrzeug befindende Objekt steht oder sich in der gleichen Richtung wie das Fahrzeug bewegt, und dass die dritte Eskalationsstufe (E3) der Assistenzfunktion nur dann ausgeführt wird, wenn das sich vor dem Fahrzeug befindende Objekt sich in der gleichen Richtung wie das Fahrzeug bewegt.

10. Bremsassistentzvorrichtung (1) für ein Fahrzeug
 – mit einer Erfassungseinheit (2) zur Erfassung eines Abstands (A) des Fahrzeugs zu einem vor dem Fahrzeug befindlichen Objekt
 – mit einer Erfassungseinheit zur Erfassung der Fahreraktivität eines Fahrers des Fahrzeugs
 – und mit einer Steuereinheit (3) zur Ausführung einer Assistenzfunktion in Abhängigkeit des erfassten Abstands (A) und der erfassten Fahreraktivität, wobei die Assistenzfunktion zumindest die Erzeugung eines Warnhinweises und/oder die Einleitung eines automatischen Bremsvorgangs umfasst, dadurch gekennzeichnet, dass
 – eine Umgebungserfassungsvorrichtung (4) zur Erfassung von Umgebungsdaten (UD) betreffend eine vom Fahrzeug befahrene Straße vorgesehen ist,
 – dass die Steuereinheit (3) eine mit der Umgebungserfassungsvorrichtung (4) gekoppelte Verarbeitungseinheit (5) umfasst, mittels welcher anhand der erfassten Umgebungsdaten (UD) eine Klassifizierung der von dem Fahrzeug befahrenen Straße durchführbar ist,

– und dass die Steuereinheit (3) eingerichtet ist, die Assistenzfunktion in Abhängigkeit der Klassifizierung der von dem Fahrzeug befahrenen Straße auszuführen.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

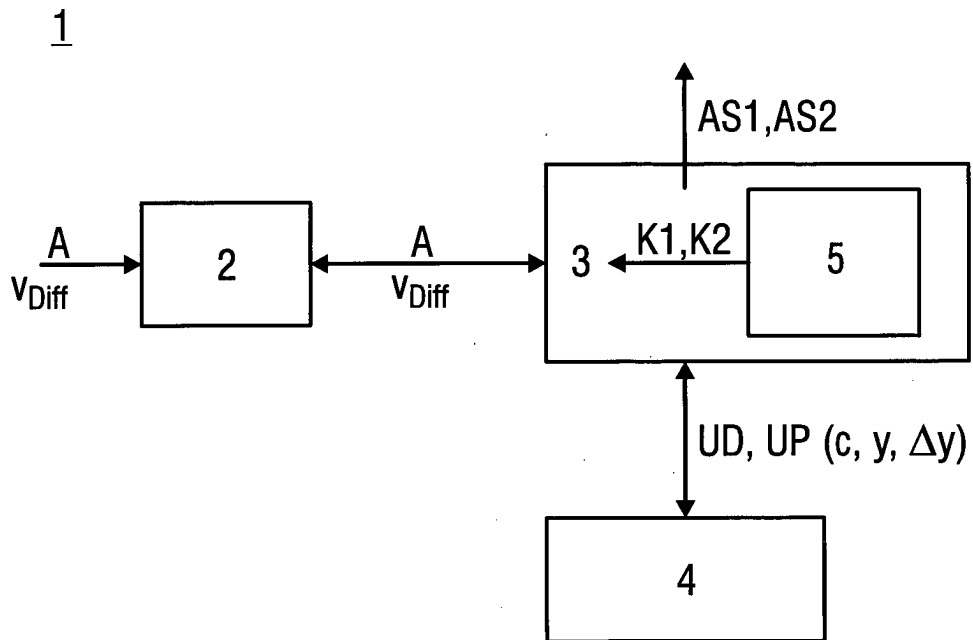


FIG 1

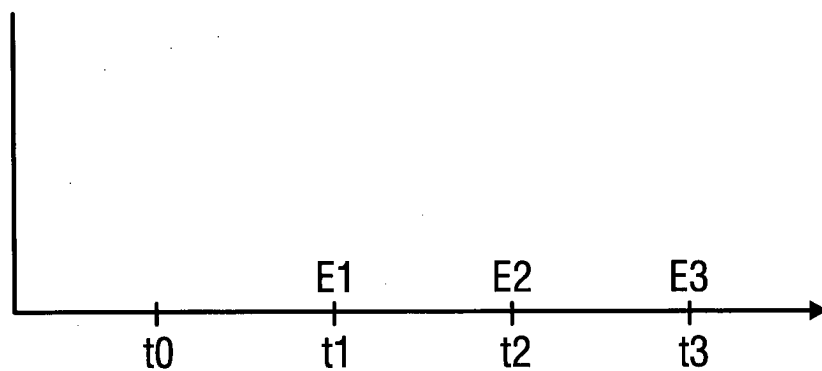


FIG 2

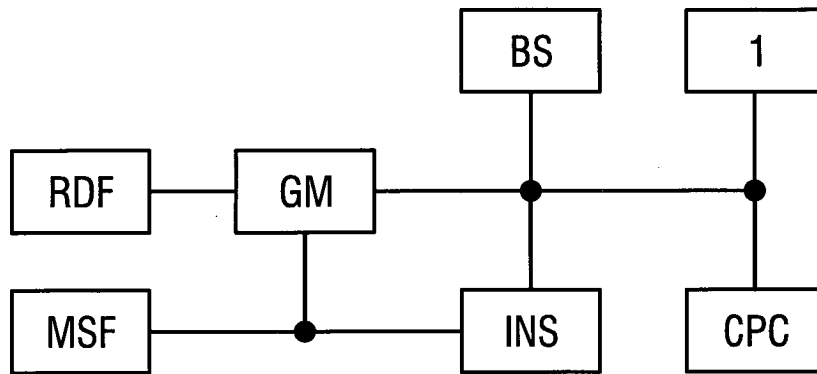


FIG 3

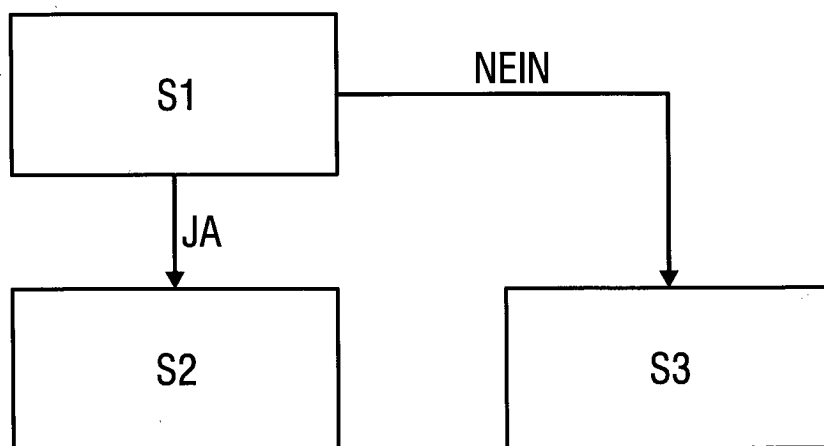


FIG 4