



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
20.11.2019 Patentblatt 2019/47

(51) Int Cl.:
B61L 23/04 ^(2006.01) **B61L 15/00** ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **19171902.0**

(22) Anmeldetag: **30.04.2019**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(72) Erfinder:
• **CSUTORAS, Marton**
8000 Székesfehérvár (HU)
• **ISOCZKI, Attila**
1171 Budapest (HU)
• **KREMER, Miklos**
1215 Budapest (HU)
• **SOMOGYI, Gergo**
1201 Budapest (HU)
• **NAGY, Gabor**
9024 Győr (HU)

(30) Priorität: **18.05.2018 DE 102018111983**

(71) Anmelder: **KNORR-BREMSE**
Systeme für Schienenfahrzeuge GmbH
80809 München (DE)

(54) **KOLLISIONSVERMEIDUNGSSYSTEM FÜR EIN FAHRZEUG UND VERFAHREN HIERZU**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft ein Kollisionsvermeidungssystem (10) für ein Fahrzeug (12), insbesondere Schienenfahrzeug (12), mit wenigstens einer optischen Überprüfungseinrichtung (14) zur Erfassung und Überprüfung wenigstens eines Fahrverhaltens wenigstens eines Fahrzeugführers (F) sowie zur Erzeugung entsprechender Überprüfungsdaten, mit wenigstens einer Sensoreinrichtung (16) zur Erfassung von wenigstens einem Objekt (O) außerhalb des Fahrzeugs (12) und zur Erzeugung entsprechender Objektdaten, mit wenigstens einem Schnittstellenelement (18) zum Anschluss an ein Datenversorgungssystem, insbesondere Bordnetz und/oder Bussystem, des Fahrzeugs zur Bereitstellung mehrerer Betriebsparameter des Fahrzeugs (12) im Kollisionsvermeidungssystem (10) und mit wenigstens einer Auswertungseinrichtung (20), wobei mittels der Auswertungseinrichtung (20) mehrere Betriebsparameter des Fahrzeugs (12) sowie die Objektdaten und/oder ferner die Überprüfungsdaten derart auswertbar sind, dass im Falle wenigstens einer bevorstehenden Kollision zwischen Objekt (O) und Fahrzeug (12) und/oder dass im Falle wenigstens eines Fehlfahrverhaltens des Fahrzeugführers (F) mittels der Auswertungseinrichtung (20) wenigstens ein Warnsignal erzeugbar ist und an wenigstens eine Ausgabereinrichtung (22) des Fahrzeugs (12) und/oder des Kollisionsvermeidungssystems (10) übertragbar und von dieser Ausgabereinrichtung (22) an den Fahrzeugführer (F) ausgebar ist.

Ferner betrifft die vorliegende Erfindung ein Verfahren zum Betrieb eines derartigen Kollisionsvermeidungs-

systems (10) sowie ein Fahrzeug mit einem Kollisionsvermeidungssystem (10).

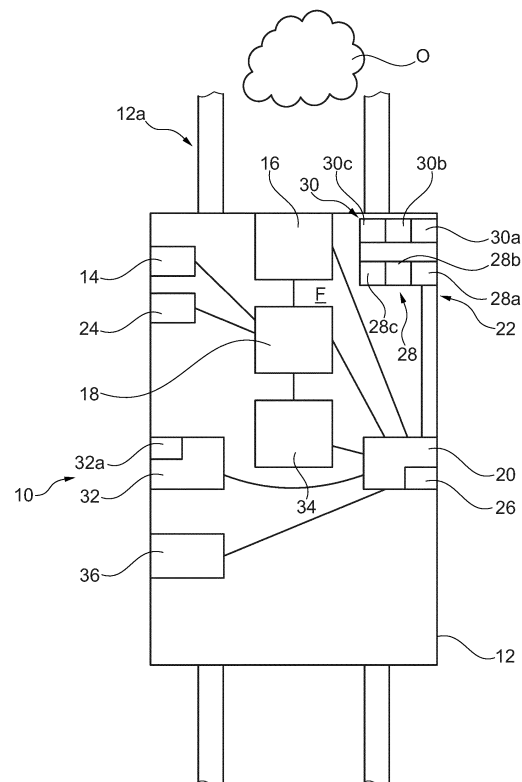


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Kollisionsvermeidungssystem für ein Fahrzeug, insbesondere ein Schienenfahrzeug. Ferner betrifft die vorliegende Erfindung ein Verfahren zum Betrieb eines derartigen Kollisionsvermeidungssystems.

[0002] Aus der DE 10 2014 225 881 A1 und der DE 10 2014 221 034 A1 sind bereits Kollisionswarnsysteme bekannt. Die DE 10 2014 220 778 A1 sowie die DE 10 2015 214 425 A1 befassen sich mit der Überwachung von Gleisabschnitten für Schienenfahrzeuge.

[0003] Ferner ist in der WO 2008/122547 A1 ein Schienenfahrzeug mit einer Fahrzeugsteuerung und wenigstens einer mit der Fahrzeugsteuerung verbundenen Erfassungseinrichtung gezeigt, wobei die Fahrzeugsteuerung dazu ausgebildet ist, wenigstens einen Zustandsparameter des Fahrzeugs zu beeinflussen, die wenigstens eine Erfassungseinrichtung dazu ausgebildet ist, einen aktuellen Zustandsparameter des Fahrzeugs und/oder der Umgebung des Fahrzeugs zu erfassen und ein entsprechendes Zustandssignal auszugeben.

[0004] Des Weiteren zeigt die WO 2016/042352 A1 ein Sicherheitssystem zum Vermeiden einer Kollision eines Fahrzeugs, mit einer Berechnungseinheit, die zum Berechnen einer Vielzahl von Bereichen von Zonen geeignet ist, mit einem oder mehreren Radarsensoren, die zum Erfassen einer relativen Position eines Objekts zu dem Fahrzeug eingerichtet sind und mit einer Bestimmungseinheit, die geeignet ist, eine Zone zu bestimmen, in der das Objekt positioniert ist, basierend auf der relativen Position, die von den einen oder mehreren Radarsensoren erfasst wird, und mit einer Sicherheitseinheit, die geeignet ist, Maßnahmen zur Vermeidung einer Kollision zwischen dem Fahrzeug und dem Objekt zu ergreifen..

[0005] Außerdem zeigt die WO 2017/042044 A1 Verfahren zur Warnung von Verkehrsteilnehmern in einem Schienenfahrzeug mittels Tonsignalen oder Lichtsignalen. Darüber hinaus zeigt die WO 97/31810 A1 ein System zum Warnen eines Fahrers eines Fahrzeugs vor dem Vorhandensein eines Hindernisses in einer Spur des Fahrzeugs.

[0006] Zusätzlich offenbart die WO 2015/150340 A1 ein Verfahren zum automatischen Assistieren eines Fahrers eines fahrspurgebundenen Fahrzeugs, insbesondere eines Schienenfahrzeugs.

[0007] Weiterhin zeigt die EP 2 808 224 A1 eine Anlage zur Gefahrenbereichsüberwachung einer Eisenbahnmaschine mit einer Erfassungseinrichtung zum Erkennen von in einem Überwachungsbereich befindlichen Objekten.

[0008] Zudem sind in der US 9,321,470 B1 ein System und ein Verfahren zur Verwirklichung einer fortgeschrittenen Objektkollisionsvermeidung für (Schienen-)Fahrzeuge als ein Gleiseinbruchserkennungssystem offenbart.

[0009] Aufgrund der oft fehlenden oder eingeschränk-

ten Interaktion mit dem Fahrzeugführer sowie der eingeschränkten Überprüfbarkeit dessen Fahrverhaltens sind die im Stand der Technik genannten Kollisionsvermeidungssysteme oder Kollisionswarnsysteme für Schienenfahrzeuge hinsichtlich ihrer Sicherheit unausgereift und daher verbesserbar.

[0010] Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Kollisionsvermeidungssystem der eingangs genannten Art in vorteilhafter Weise weiterzubilden, insbesondere dahingehend, dass die Sicherheit des Kollisionsvermeidungssystems verbessert wird.

[0011] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch ein Kollisionsvermeidungssystem mit den Merkmalen des Anspruchs 1. Danach ist vorgesehen, dass ein Kollisionsvermeidungssystem für ein Fahrzeug, insbesondere Schienenfahrzeug bereitgestellt wird, mit wenigstens einer optischen Überprüfungseinrichtung zur Erfassung und Überprüfung wenigstens eines Fahrverhaltens wenigstens eines Fahrzeugführers sowie zur Erzeugung entsprechender Überprüfungsdaten, mit wenigstens einer Sensoreinrichtung zur Erfassung von wenigstens einem Objekt außerhalb des Fahrzeugs und zur Erzeugung entsprechender Objektdaten, mit wenigstens einem Schnittstellenelement zum Anschluss an ein Subsystem, insbesondere ein Bremskontrollsystem, ein Traktionskontrollsystem, ein Energieversorgungssystem oder Levellingsystem eines Schienenfahrzeugs, und/oder an ein Datenversorgungssystem, insbesondere Bordnetz und/oder Bussystem, des Fahrzeugs zur Bereitstellung mehrerer Betriebsparameter des Fahrzeugs im Kollisionsvermeidungssystem und mit wenigstens einer Auswertungseinrichtung, wobei mittels der Auswertungseinrichtung mehrere Betriebsparameter des Fahrzeugs sowie die Objektdaten und/oder ferner die Überprüfungsdaten derart auswertbar sind, dass im Falle wenigstens einer bevorstehenden Kollision zwischen Objekt und Fahrzeug und/oder dass im Falle wenigstens eines Fehlfahrverhaltens des Fahrzeugführers mittels der Auswertungseinrichtung wenigstens ein Warnsignal erzeugbar ist und an wenigstens eine Ausgabereinrichtung des Fahrzeugs und/oder des Kollisionsvermeidungssystems übertragbar und von dieser Ausgabereinrichtung an den Fahrzeugführer ausgebar ist.

[0012] Die Erfindung basiert auf dem Grundgedanken, dass durch kontinuierliches oder intervallartiges Überprüfen des Fahrverhaltens des Fahrzeugführers die Gesamtsicherheit des Kollisionsvermeidungssystems weiter verbessert werden kann. Die Überprüfung des Fahrverhaltens kann dabei insbesondere unabhängig von einer jeweiligen Verkehrssituation erfolgen. Dabei wertet die Auswertungseinrichtung lediglich die Überprüfungsdaten aus, wobei sie in diesem Zusammenhang die Betriebsparameter und die Objektdaten nicht auswertet. Somit kann vor allem das eigentliche Verhalten des Fahrzeugführers innerhalb der Fahrzeugführerkabine ausgewertet werden. Ein derartiges (Fehl-)Verhalten kann beispielsweise dergestalt sein, dass der Fahrzeugführer während der Fahrt seine Hand nicht auf dem Fahr Schal-

ter oder seinen Fuß nicht auf dem Pedal oder eines anderen Betätigungselements der Sicherheitsfahrerschaltung positioniert. Weitere Verhaltensweisen in diesem Zusammenhang können die Benutzung eines Mobiltelefons oder Smartphones, oder das Essen, Trinken bzw. Rauchen während der Fahrt sein. Ferner kann mittels der Überprüfungseinrichtung der physische Zustand des Fahrzeugführers überprüft werden. Ferner kann mittels der Überprüfungseinrichtung überprüft werden, ob der Fahrer während der Fahrt hauptsächlich sein Blick auf die Fahrbahn richtet. Eine weitere derartige Anwendung ist beispielsweise eine Müdigkeitswarneinrichtung bzw. eine Aufmerksamkeitswarneinrichtung. Die Überprüfung des Fahrverhaltens kann jedoch auch insbesondere abhängig von wenigstens einer jeweiligen Verkehrssituation oder vor einer Kollision zwischen Objekt und Fahrzeug erfolgen. Dabei wertet die Auswertungseinrichtung zusätzlich zu den Überprüfungsdaten in diesem Zusammenhang auch die Betriebsparameter und die Objektdaten aus. Zudem kann mittels der Auswertungseinrichtung diesbezüglich überprüft werden, ob sich das Verhalten des Fahrzeugführers mit den Verkehrsregeln deckt. Ein derartiges Verhalten kann beispielsweise das Fahrverhalten des Fahrzeugführers vor einer Kreuzung, vor einem Bahnübergang, in einer belebten Straße, in einem Waldgebiet mit erhöhtem Wildwechsel usw. sein. Das Fahrzeug ist im Übrigen als Schienenfahrzeug des öffentlichen Personennahverkehrs und Regionalverkehrs ausgebildet.

[0013] Das Kollisionsvermeidungssystem kann mit dem Schnittstellenelement dabei entweder an ein Subsystem eines Fahrzeugs, insbesondere Schienenfahrzeugs, angeschlossen sein. Denkbar ist aber auch, dass das Schnittstellenelement an ein Datenversorgungssystem angeschlossen werden kann.

[0014] Bei einem Subsystem des Fahrzeugs, insbesondere eines Schienenfahrzeugs, kann es sich um das Bremskontrollsystem, das Traktionskontrollsystem, das Energieversorgungssystem oder das Levellingsystem des Fahrzeugs, insbesondere Schienenfahrzeugs handeln. Bei dem Datenversorgungssystem kann es sich insbesondere um das Bordnetz oder das Bussystem handeln. Denkbar ist, dass jedes der genannten Systeme allein oder in Kombination mit einem der anderen Systeme hier verwendet werden kann.

[0015] Im Übrigen kann vorgesehen sein, dass die optische Überprüfungseinrichtung wenigstens eine Videoaufnahmeeinrichtung, insbesondere Videokamera, zur Erzeugung der Überprüfungsdaten aufweist. Eine Videoaufnahmeeinrichtung eignet sich insbesondere bei menschlichen Fahrzeugführern zur Überprüfung von deren jeweiligen Fahrverhalten. Denn durch eine derartige Einrichtung können Bewegungsabläufe bzw. Bewegungsmuster des Fahrzeugführers besonders einfach und genau erfasst und im Anschluss überprüft werden. Ferner ist in diesem Zusammenhang vorstellbar, dass die optische Überprüfungseinrichtung die Überprüfungsdaten kontinuierlich erzeugt. Ferner ist in diesem Zusam-

menhang vorstellbar, dass die optische Überprüfungseinrichtung die Überprüfungsdaten in Intervallen erzeugt. Demnach kann die optische Überprüfungseinrichtung in Abhängigkeit einer erwartbaren und von der Auswertungseinrichtung bestimmbaren Kollisionswahrscheinlichkeit oder Verkehrsgefährdungswahrscheinlichkeit den Fahrzeugführer überprüfen.

[0016] Weiter ist vorstellbar, dass die Auswertungseinrichtung wenigstens eine Bildauswertungseinrichtung aufweist, mittels derer anhand der Überprüfungsdaten das Fahrverhalten des Fahrzeugführers auswertbar ist. Die Bildauswertungseinrichtung ist deshalb besonders wichtig und vorteilhaft, weil durch sie bzw. die ihr bereitgestellten Bewertungsalgorithmen eine sichere und effiziente Auswertung der erzeugten Überprüfungsdaten überhaupt erst möglich ist. Die Bildauswertungseinrichtung kann entweder Bestandteil der Auswertungseinrichtung sein oder mit dieser in Datenverbindung stehen. Die Bildauswertungseinrichtung kann ferner eine Künstliche-Intelligenz-Einrichtung und/oder ein neuronales Netz aufweisen. Die Auswertungseinrichtung ist im Übrigen als zentrale Bildverarbeitungseinrichtung des Kollisionsvermeidungssystems ausgebildet. Ferner kann die Auswertungseinrichtung als selbstlernende Auswertungseinrichtung ausgebildet sein.

[0017] Zudem ist denkbar, dass die Überprüfungsdaten mittels der Auswertungseinrichtung dahingehend auswertbar sind, dass das Fahrverhalten des Fahrzeugführers unabhängig von den Betriebsparametern und den Objektdaten auswertbar ist. Mit anderen Worten kann die Auswertungseinrichtung dabei die tatsächlich vorgenommenen Handlungen und Bewegungen des Fahrzeugführers innerhalb der Fahrzeugführerkabine des Schienenfahrzeugs überprüfen. Dabei lässt die Auswertungseinrichtung bzw. in diesem Fall die Bildauswertungseinrichtung bewusst das mittels der Objektdaten erfasste Verkehrsgeschehen außer Acht. Hierdurch kann das Fahrverhalten des Fahrzeugführers noch detaillierter ausgewertet werden, wodurch sich die Fahrzeugsicherheit und die Verkehrssicherheit weiter steigern lässt. Die Auswertungseinrichtung kann wiederum ebenfalls eine Künstliche-Intelligenz-Einrichtung und/oder ein neuronales Netz aufweisen. Die Auswertungseinrichtung ist im Übrigen als zentrale Rechen- und Verarbeitungseinrichtung des Kollisionsvermeidungssystems ausgebildet. Ferner kann die Auswertungseinrichtung als selbstlernende Auswertungseinrichtung ausgebildet sein.

[0018] Außerdem ist möglich, dass mittels der Auswertungseinrichtung wenigstens ein erstes Warnsignal erzeugbar ist, falls mittels der Auswertungseinrichtung ein Fehlverhalten des Fahrzeugführers unabhängig von den Betriebsparametern und den Objektdaten auswertbar ist. Die Erzeugung eines derartigen ersten Warnsignals kann den Fahrzeugführer in Echtzeit auf seinen Fehlverhalten hinweisen und sie/ihn dabei möglichst schnell wieder dazu zu veranlassen, das entsprechende Fehlverhalten zu unterlassen. Ein derartiges Warnsignal

erhöht somit innerhalb von kurzer Zeit bzw. in Echtzeit die Aufmerksamkeit des Fahrzeugführers und sorgt damit ebenfalls für eine Erhöhung der Verkehrssicherheit. Das Warnsignal kann auch auf das jeweilige unterschiedliche Fehlfahrverhalten angepasst sein und mittels der selbstlernenden Bildauswertungseinrichtung anhand von Fehlfahrverhaltensmustern kontinuierlich angepasst werden. Dies ist vor allem im diesem Zusammenhang mit einer kontinuierlichen Auswertung des jeweiligen Fehlfahrverhaltens und das in Antwort daraus ausgegebene Warnsignal denkbar. Ergibt eine derartige Auswertung beispielsweise, dass ein Fahrzeugführer gewisse Fehlfahrverhaltensweisen über einen längeren und definierbaren Zeitraum unterlassen hat, kann dem Fahrzeugführer auch ein positives Rückmeldungssignal diesbezüglich ausgegeben werden.

[0019] Des Weiteren kann vorgesehen sein, dass die Betriebsparameter und/oder die Objektdaten sowie die Überprüfungsdaten mittels der Auswertungseinrichtung dahingehend auswertbar sind, dass das Fahrverhalten des Fahrzeugführers abhängig von den Betriebsparametern und/oder den Objektdaten auswertbar ist. Derartige Betriebsparameter können beispielsweise Beschleunigung, Geschwindigkeit, Beladung, Gewicht, Fahrtrichtung usw. des Schienenfahrzeugs sein. Darüber hinaus kann vorgesehen sein, dass die Objektdaten Richtungs- und/oder Positionsdaten des oder der Objekte umfassen, die sich relativ zu einer aktuellen Position des Fahrzeugs bewegen bzw. ruhen. Derartige verkehrsteilnehmende Objekte sind beispielsweise Pflanzen, Tiere, andere Fahrzeuge oder Fußgänger, Verkehrszeichen (z.B. Warnschilder), Verkehrseinrichtungen (wie Lichtzeichenanlagen) und/oder die Fahrbahn bzw. deren aktueller Zustand oder die Fahrstrecke. Die Objektdaten umfassen insbesondere das Verkehrsgeschehen des Schienenfahrzeugs in seiner äußeren Umgebung (sowie die jeweiligen Objekte darin), welche durch die Sensoreinrichtung erfassbar ist. Die Sensoreinrichtung zur Erfassung von wenigstens einem Objekt außerhalb des Fahrzeugs ist als Radareinrichtung, LIDAR-Einrichtung (engl. für Light Detection And Ranging), Kameraeinrichtung, Infrarot-Kameraeinrichtung, Nachtsicht-Kameraeinrichtung, Stereo-Kameraeinrichtung und/oder Ultraschall-Distanzsensor oder als jegliche Kombination dieser Sensoreinrichtungen ausgebildet. Durch die zusätzliche Miteinbeziehung der Betriebsparameter und der Überprüfungsdaten des Fahrzeugführers kann somit ein Fehlverhalten des Fahrzeugführers bereits ausgewertet werden, bevor es überhaupt zu einer kritischen Verkehrssituation oder einer Kollision infolge dieses Verhaltens kommen kann. Ein Beispiel für diese Situation ist ein Übersehen eines Stopp-Zeichens einer Lichtsignalanlage vor einer Kreuzung. Eine derartige vorstehend beschriebene Auswertung ist eine fundamentale Ergänzung des Kollisionsvermeidungssystems zur Erhöhung der Fahrzeug- und Verkehrssicherheit.

[0020] Ebenfalls ist vorstellbar, dass mittels der Auswertungseinrichtung wenigstens ein zweites Warnsignal

erzeugbar ist, falls ein Fehlfahrverhalten des Fahrzeugführers abhängig von den Betriebsparametern und/oder den Objektdaten auswertbar ist. Die Ausgabe eines derartigen zweiten Warnsignals ist vor allem im Hinblick auf eine noch genauere bzw. detailliertere Informationsausgabe an den Fahrzeugführer vorteilhaft. Schließlich kann das zweite Warnsignal in seiner Intensität verglichen zu dem ersten Warnsignal stärker ausgebildet sein. Dadurch wird die Aufmerksamkeit des Fahrzeugführers sofort verstärkt, weil dieser weiß, dass gerade das zweite Warnsignal erzeugt worden ist, welches auf eine höhere Gefährdungstufe oder Kollisionsstufe schließen lässt. Demzufolge ist insbesondere zusammen mit dem ersten Warnsignal eine wesentlich detailliertere Informationsausgabe an den Fahrzeugführer möglich, was wiederum in einer Erhöhung der Fahrzeugsicherheit bzw. Verkehrssicherheit resultiert.

[0021] Darüber hinaus ist denkbar, dass die Ausgabereinrichtung wenigstens eine erste Ausgabereinrichtung zur Ausgabe des ersten Warnsignals aufweist und wobei die Ausgabereinrichtung wenigstens eine zweite Ausgabereinrichtung zur Ausgabe des zweiten Warnsignals aufweist. Die Unterteilung in eine erste und zweite Ausgabereinrichtung ist insbesondere für eine noch genauere Unterscheidung zwischen erstem und zweitem Warnsignal besonders wichtig und vorteilhaft. Somit kann das für die Fahrzeugsicherheit relevantere zweite Warnsignal deutlich stärker, bzw. lauter und heller an den Fahrzeugführer ausgegeben werden. Jedoch ist es in diesem Zusammenhang ebenfalls denkbar, dass das erste und zweite Warnsignal von einer gemeinsamen Ausgabereinrichtung ausgegeben sind, die in Abhängigkeit des ersten und zweiten Warnsignals unterschiedlich stark angesteuert wird.

[0022] Weiterhin ist möglich, dass die erste Ausgabereinrichtung wenigstens eine optische Ausgabereinrichtung und/oder wenigstens eine akustische Ausgabereinrichtung und/oder wenigstens eine haptische Ausgabereinrichtung aufweist und wobei die zweite Ausgabereinrichtung wenigstens eine optische Ausgabereinrichtung und/oder wenigstens eine akustische Ausgabereinrichtung und/oder wenigstens eine haptische Ausgabereinrichtung aufweist. Die erste Ausgabereinrichtung sowie die zweite Ausgabereinrichtung sind dabei insbesondere als optische und akustische Ausgabereinrichtungen ausgebildet. Die akustischen Ausgabereinrichtungen haben dabei den Vorteil, dass der Fahrzeugführer bei vollem Informationsgehalt seine Augen nicht von der Fahrbahn bzw. Fahrstrecke richten muss. Mittels der optischen Ausgabereinrichtungen können die verfügbaren Informationen für den Fahrzeugführer noch deutlicher erkennbar in einem Frontbereich der Fahrzeugkabine ausgegeben werden, der ohnehin im Blickfeld des Fahrzeugführers positioniert ist. Im Übrigen wird durch die optischen Ausgabereinrichtungen eine für die Verkehrssicherheit des Kollisionsvermeidungssystems wichtige redundante Ausgabereinrichtung bereitgestellt. Zusätzlich können dem Fahrzeugführer besonders deutlich erkennbare Si-

gnalfarben oder Warnfarben ausgegeben werden, was dessen Aufmerksamkeit und damit die Verkehrssicherheit weiter erhöht. Außerdem ist denkbar, dass die optischen Ausgabeeinrichtungen eine Projektionseinrichtung aufweisen, welche das Warnsignal auf eine Frontscheibe projizieren. Im Übrigen ist es vorstellbar, dass mehrere akustische Ausgabeeinrichtungen in der Fahrzeugführerkabine derart angeordnet sind, dass sie den Fahrzeugführer umgeben. Diese umgebende Anordnung der akustischen Ausgabeeinrichtungen hat insbesondere den Vorteil, dass das erste und zweite Warnsignal dem Fahrzeugführer dimensional ausgegeben werden kann. Demzufolge kann die Position eines Objekts bezogen auf das Fahrzeug mittels einer dementsprechend zu dem Fahrzeugführer angeordneten akustischen Ausgabeeinrichtung ausgegeben werden. Damit können dem Fahrzeugführer noch realistischere und genauere Informationen über eine möglicherweise stattfindende Kollision ausgegeben werden. Ferner können die erste und die zweite Ausgabeeinrichtung in Form einer haptischen Ausgabeeinrichtung ausgebildet sein. Die erste haptische Ausgabeeinrichtung kann beispielsweise Bestandteil eines Fahr Schalters sein. Ferner kann die zweite haptische Ausgabeeinrichtung Bestandteil eines Betätigungselements z.B. in Form des Pedals der Sicherheitsfahr Schaltung sein. Selbstverständlich können die jeweiligen ersten und zweiten haptischen Ausgabeeinrichtungen auch umgekehrt angeordnet sein.

[0023] Zusätzlich kann vorgesehen sein, dass die Betriebsparameter einen oder mehrere Reibungskoeffizienten zwischen dem Fahrzeug und wenigstens einer das Fahrzeug tragenden Fahrbahn umfassen. Ein für den Betrieb des Kollisionsvermeidungssystems bzw. des Schienenfahrzeugs ebenfalls wesentlicher Betriebsparameter ist der Reibungskoeffizient zwischen dem Schienenfahrzeug und der Fahrbahn, auf welcher das Fahrzeug fährt bzw. welche das Fahrzeug trägt. Die Kenntnis des Reibungskoeffizienten ist deshalb besonders wichtig, weil dieser die aktuelle Änderung des Fahrbahnzustandes am aktuellsten und realistischsten widerspiegelt und einen großen Einfluss auf den Bremsweg des Fahrzeugs sowie auf die Einhaltung der Verkehrsregeln hat. Der Bremsweg wiederum hat einen entscheidenden Einfluss auf die Kollisionswahrscheinlichkeit bzw. auf ein Fehlverhalten des Fahrzeugführers. Anhand der Kenntnis des Reibungskoeffizienten ist eine mögliche Kollision zwischen einem Objekt, welches an dem Verkehr teilnimmt bzw. das Fahrverhalten des Fahrzeugführers, noch genauer bzw. realistischer durch die Auswertungseinrichtung mittels Abgleich der Betriebsparameter, insbesondere in Form der Reibungskoeffizienten, der Überprüfungsdaten und der Objektdaten bestimmbar. Diesbezüglich ist vorstellbar, dass das Kollisionsvermeidungssystem wenigstens eine Recheneinrichtung zur Berechnung wenigstens eines Fahrzeugbremsweges und zur Erzeugung entsprechender Fahrzeugbremswegdaten aufweist und welche die Berechnung des Fahrzeugbremsweges wenigstens teilweise auf der

Grundlage der Reibungskoeffizienten durchführt. Die Recheneinrichtung führt die Berechnung des Fahrzeugbremsweges jedoch auch auf Grundlage der anderen Betriebsparameter durch. Die Recheneinrichtung steht im Übrigen mit dem Schnittstellenelement in Datenverbindung, so dass die Auswertungseinrichtung die Fahrzeugbremswegdaten auch in die Auswertung bzw. in den Abgleich mit den Objektdaten einfließen lässt. Die Fahrzeugbremswegdaten sind demzufolge den Betriebsparametern zugeordnet bzw. können als Betriebsparameter im Rahmen dieser Erfindung aufgefasst werden.

[0024] Im Übrigen kann vorgesehen sein, dass das Kollisionsvermeidungssystem und/oder das Fahrzeug wenigstens eine Einrichtung zur kontinuierlichen oder intervallartigen Ermittlung der Reibungskoeffizienten aufweist. Die Ermittlung des Reibungskoeffizienten direkt innerhalb des Fahrzeugs bietet die genaueste und zeitlich kürzeste Möglichkeit, den Reibungskoeffizienten zu erfassen. Da bei einem Kollisionsvermeidungssystem schon Sekundenbruchteile über eine mögliche Kollision entscheiden, ist eine besonders schnelle und zuverlässige Bereitstellung bzw. Ermittlung dieses Koeffizienten besonders im Hinblick der gesteigerten Verkehrssicherheit besonders vorteilhaft. Dazu weist die Einrichtung zur Ermittlung der Reibungskoeffizienten wenigstens eine Sensoreinrichtung auf. In diesem Zusammenhang ist denkbar, dass die Sensoreinrichtung als Sensoreinrichtung zur Erfassung wenigstens einer Drehzahl wenigstens eines Rades des Fahrzeugs ausgebildet ist. Ferner können auch mehrere Sensoreinrichtungen jeweils im Bereich eines Fahrzeugrads angeordnet sein, um dessen Drehzahl zu erfassen. Mittels der Drehzahl der jeweiligen Fahrzeugräder kann die Einrichtung zur Ermittlung der Reibungskoeffizienten den jeweiligen Radschlupf bestimmen. Der Radschlupf kann insbesondere in Beschleunigungs- oder Verzögerungsphasen des Fahrzeugs ermittelt werden. Dies wird durch Abgleich der Tangentialgeschwindigkeit des Fahrzeugrades im Kontaktpunkt mit der Schiene und der eigentlichen Fahrzeuggeschwindigkeit erreicht. Die eigentliche Fahrzeuggeschwindigkeit ist z.B. über eine GPS-Einrichtung und/oder ein Odometer des Fahrzeugs bestimmbar.

[0025] Alternativ kann statt einer GPS-Einrichtung auch eine beliebige andere Ortsinformationserfassungseinrichtung eingesetzt werden. Im Rahmen dieser Anmeldung werden Ortsinformationen auch vereinfacht "GPS-Koordinaten" genannt. Alternativ (und/oder zusätzlich) zum GPS-System können alle anderen bekannten Verfahren zur Positionsbestimmung herangezogen werden, sowohl in Bezug auf satellitengestützte Ortsbestimmung (z.B. GLONASS, Galileo), wie auch Verfahren der Inertialnavigation. Denkbar ist auch der Einsatz von Location Based Services (LBS).

[0026] In einem Fall, in dem kein GPS-Signal verfügbar ist, kann die Ortsinformation beispielsweise über festgelegte und/oder bekannte Punkte erfolgen. Denkbar ist dabei insbesondere, dass eine Entfernungsmessung zu den festgelegten und/oder bekannten Punkten erfolgt.

Bei den festgelegten und/oder bekannten Punkten kann es sich insbesondere um eine Schienenfahrzeugeinrichtung wie eine Bake, einen Übergang, eine Kreuzung, eine Haltestelle, eine Signal, eine Verkehrsampel oder dergleichen handeln.

[0027] Denkbar ist weiter, auch alternativ und/oder zusätzlich weitere Positionsbestimmungssysteme wie Galileo oder auch Mobilfunknetz (z.B. Bestimmung der umliegenden Mobilfunkzellen und dann Ortsbestimmung über Triangulation bei bekannten Mobilfunkmasten) zu verwenden.

[0028] Ferner kann vorgesehen sein, dass die Sensoreinrichtung wenigstens ein Sensorelement zur Erfassung wenigstens eines Steuerstromes wenigstens einer Magnetschienenbremse und wenigstens ein Sensorelement zur Erfassung wenigstens einer Kraft aufweist, welche auf wenigstens eine Aufhängung der Magnetschienenbremse wirkt. In diesem Fall kann die Einrichtung zur Ermittlung der Reibungskoeffizienten aus einem Verhältnis einer auf die Magnetschienenbremse wirkenden Zugkraft (abhängig vom Steuerstrom) und der in der Aufhängung wirkenden Kraft den entsprechenden Reibungskoeffizienten bestimmen. Ferner können auch mehrere derartige Sensoreinrichtungen jeweils im Bereich einer Magnetschienenbremse angeordnet sein, um die entsprechend wirkenden Kräfte zu erfassen. Zusätzlich ist denkbar, dass die Einrichtung zur Ermittlung der Reibungskoeffizienten wenigstens eine Sensoreinrichtung zur Erfassung wenigstens einer Eigenschaft der Fahrbahn, insbesondere wenigstens eine Schiene, aufweist. Derartige Eigenschaften der Fahrbahn bzw. einer Schiene können z.B. Helligkeit, Rauheit, Leitfähigkeit, Farbton usw. sein. Die Erfassung der Eigenschaft der Fahrbahn kann entweder kontaktlos oder durch Kontakt der Sensoreinrichtung mit der Schiene erfolgen. Ferner können auch mehrere derartige Sensoreinrichtungen jeweils im Bereich einer durch das Fahrzeug überfahrenen Schiene angeordnet sein, um die entsprechend Eigenschaften der Schiene zu erfassen. Falls die Einrichtung zur Ermittlung der Reibungskoeffizienten mehrere der zuvor genannten Sensoreinrichtungen aufweist, ist es denkbar, dass diese die ermittelten Reibungskoeffizienten mittelt.

[0029] Weiter ist vorstellbar, dass die Einrichtung zur Ermittlung der Reibungskoeffizienten mit dem Schnittstellenelement in Datenverbindung steht und mittels welcher die kontinuierlich oder intervallartig bzw. in Intervallen ermittelten Reibungskoeffizienten an das Schnittstellenelement übertragbar sind. Da das Schnittstellenelement ebenfalls mit der Auswertungseinrichtung in Datenverbindung steht, können somit der Auswertungseinrichtung kontinuierlich oder in Intervallen aktuelle Reibungskoeffizienten bereitgestellt werden. Diese Art der Bereitstellung erhöht die Reaktions- bzw. Handlungsschnelligkeit des Kollisionsvermeidungssystems erheblich, da wechselnde Fahrbahnverhältnisse quasi in Echtzeit mittels der Auswertungseinheit verarbeitbar sind. Ein Anwendungsfall sind beispielsweise sich schnell verändernde Wetterverhältnisse, die in Form

von Niederschlag oder Eis einen erheblichen Einfluss auf den Reibungskoeffizienten haben. Dadurch kann die Gesamtsicherheit sowohl des Kollisionsvermeidungssystems als auch des Fahrzeugs als Ganzes erheblich gesteigert und verbessert werden.

[0030] Des Weiteren betrifft die vorliegende Erfindung ein Verfahren zum Betrieb des vorstehend beschriebenen Kollisionsvermeidungssystems, das in wenigstens einem Fahrzeug, insbesondere Schienenfahrzeug, verbaut ist, wobei das Verfahren die folgenden Schritte umfasst:

- Erfassen und Überprüfen wenigstens eines Fahrverhaltens wenigstens eines Fahrzeugführers sowie Erzeugen entsprechender Überprüfungsdaten;
- Erfassen von wenigstens einem Objekt außerhalb des Fahrzeugs und Erzeugen entsprechender Objektdaten;
- Bereitstellen mehrerer Betriebsparameter des Fahrzeugs;
- Auswerten mehrerer Betriebsparameter des Fahrzeugs sowie der Objektdaten und/oder ferner der Überprüfungsdaten;
- Erzeugen wenigstens eines Warnsignals im Falle wenigstens einer bevorstehenden Kollision zwischen Objekt und Fahrzeug und/oder
- Erzeugen wenigstens eines Warnsignals im Falle wenigstens eines Fehlfahrverhaltens des Fahrzeugführers;
- Übertragen des Warnsignals an wenigstens eine Ausgabereinrichtung des Fahrzeugs und/oder des Kollisionsvermeidungssystems; und
- Ausgabe des Warnsignals an den Fahrzeugführer.

[0031] Sämtliche im Zusammenhang mit dem vorstehend beschriebenen erfindungsgemäßen Kollisionsvermeidungssystem sowie mit seinen möglichen Ausführungsformen offenbarten strukturellen und funktionellen Merkmale können allein oder in Kombination auch beim erfindungsgemäßen Verfahren zum Betrieb des Kollisionsvermeidungssystems vorgesehen sein und die damit in Zusammenhang stehenden Vorteile erzielt werden.

[0032] Ferner ist in diesem Zusammenhang vorstellbar, dass anhand der Überprüfungsdaten das Fahrverhalten des Fahrzeugführers ausgewertet wird.

[0033] Auch denkbar ist, dass die Überprüfungsdaten dahingehend ausgewertet werden, dass das Fahrverhalten des Fahrzeugführers unabhängig von den Betriebsparametern und den Objektdaten ausgewertet wird.

[0034] Überdies ist möglich, dass ein erstes Warnsignal erzeugt wird, falls ein Fehlfahrverhalten des Fahrzeugführers unabhängig von den Betriebsparametern und den Objektdaten ausgewertet wird.

[0035] Weiter kann vorgesehen sein, dass die Betriebsparameter und/oder die Objektdaten sowie die Überprüfungsdaten dahingehend ausgewertet werden, dass das Fahrverhalten des Fahrzeugführers abhängig von den Betriebsparametern und/oder den Objektdaten aus-

gewertet wird.

[0036] Zudem vorstellbar ist, dass wenigstens ein zweites Warnsignal erzeugt wird, falls ein Fehlfahrverhalten des Fahrzeugführers abhängig von den Betriebsparametern und/oder den Objektdaten ausgewertet wird.

[0037] Des Weiteren betrifft die vorliegende Erfindung ein Fahrzeug, insbesondere Schienenfahrzeug mit einem Kollisionsvermeidungssystem wie vorstehend beschrieben.

[0038] Außerdem ist denkbar, dass das erste Warnsignal ausgegeben wird und das zweite Warnsignal ausgegeben wird.

[0039] Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines ersten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Kollisionsvermeidungssystems für ein erfindungsgemäßes Fahrzeug zur Durchführung eines erfindungsgemäßen Verfahrens; und

Fig. 2 ein Flussdiagramm eines Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Verfahrens zum Betrieb des Kollisionsvermeidungssystems gemäß Fig. 1.

[0040] Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung eines Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Kollisionsvermeidungssystems 10, mittels dessen ein erfindungsgemäßes Verfahren durchführbar ist.

[0041] Das Kollisionsvermeidungssystem 10 ist in einem Schienenfahrzeug 12 verbaut.

[0042] Das Schienenfahrzeug 12 ist als Schienenfahrzeug 12 für den öffentlichen Personennahverkehr und für den Regionalverkehr ausgebildet.

[0043] Das Kollisionsvermeidungssystem 10 weist eine optische Überprüfungseinrichtung 14 zur Erfassung und Überprüfung eines Fahrverhaltens eines Fahrzeugführers F und zur Erzeugung entsprechender Überprüfungsdaten auf.

[0044] Die optische Überprüfungseinrichtung 14 ist bezogen auf den Fahrzeugführer F an einer Position innerhalb einer Fahrzeugkabine des Schienenfahrzeugs 12 oberhalb des Fahrzeugführers F angeordnet.

[0045] Das Kollisionsvermeidungssystem 10 weist eine Sensoreinrichtung 16 zur Erfassung von einem Objekt O außerhalb des Fahrzeugs 12 und zur Erzeugung entsprechender Objektdaten auf.

[0046] Derartige Objekte O sind sämtliche im Zusammenhang mit dem Schienenverkehr in Verbindung kommende Objekte bzw. Gegenstände, wie beispielsweise Pflanzen, Tiere, andere Fahrzeuge oder Fußgänger, Verkehrszeichen (z.B. Warnschilder), Verkehrseinrichtungen (wie Lichtzeichenanlagen) und/oder die Fahrbahn bzw. deren aktueller Zustand oder die Fahrstrecke.

[0047] Die Objektdaten umfassen insbesondere das Verkehrsgeschehen des Schienenfahrzeugs 12 in seiner äußeren Umgebung (sowie die jeweiligen Objekte O darin), welche durch die Sensoreinrichtung 16 erfassbar ist.

[0048] Die Sensoreinrichtung 16 zur Erfassung eines oder mehrerer Objekte O außerhalb des Fahrzeugs 12 weist eine Fernbereich-Radareinrichtung, Kurzbereich-Radareinrichtung, LIDAR-Einrichtung (engl. für Light Detection And Ranging) sowie eine Kameraeinrichtung bzw. Stereo-Kameraeinrichtung auf.

[0049] Zudem kann die Sensoreinrichtung 16 eine Infrarot-Kameraeinrichtung bzw. Infrarot-Stereokameraeinrichtung, Nachtsicht-Kameraeinrichtung bzw. Nachtsicht-Stereokameraeinrichtung oder einen Ultraschall-Distanzsensor aufweisen.

[0050] Die Sensoreinrichtung 16 kann auch in Form von sämtlichen Kombinationen dieser Sensoreinrichtungen 16 ausgebildet sein.

[0051] Die Sensoreinrichtung 16 ist gemäß Fig. 1 in einem Frontbereich des Schienenfahrzeugs 12 bezogen auf die Fahrtrichtung angeordnet.

[0052] Diesbezüglich ist es ebenfalls denkbar, dass die Sensoreinrichtung in einem rechten oder linken Seitenbereich des Schienenfahrzeugs 12 bezogen auf die Fahrtrichtung angeordnet ist.

[0053] Auch ist vorstellbar, dass die Sensoreinrichtung in einem End- bzw. Heckbereich des Schienenfahrzeugs 12 bezogen auf die Fahrtrichtung angeordnet ist.

[0054] Die Sensoreinrichtung 16 kann allerdings auch an den zuvor genannten Positionen in einem Dachbereich des Schienenfahrzeugs angeordnet sein.

[0055] Das Kollisionsvermeidungssystem 10 weist weiter ein Schnittstellenelement 18 zur Bereitstellung mehrerer Betriebsparameter des Fahrzeugs 12 auf.

[0056] Das Schnittstellenelement 18 ist zum Anschluss an ein Datenversorgungssystem vorgesehen bzw. ausgebildet, hier ans Bordnetz bzw. ans Feldbus-system, welches ebenfalls Bestandteil des Schienenfahrzeugs 12 ist.

[0057] Durch das Schnittstellenelement 18 erfolgt die Bereitstellung mehrerer Betriebsparameter des Fahrzeugs 12 im Kollisionsvermeidungssystem 10.

[0058] Ferner ist es denkbar, dass das Schnittstellenelement 18 als kabelloses oder kabelgebundenes Schnittstellenelement ausgebildet ist.

[0059] Das kabellose Schnittstellenelement 18 kann insbesondere als Wi-Fi- oder Funkwellenbasiertes (oder ähnliches) Schnittstellenelement 18 ausgebildet sein.

[0060] Die Betriebsparameter umfassen weiter mehrere Reibungskoeffizienten zwischen dem Schienenfahrzeug 12 und einer das Fahrzeug 12 tragenden Fahrbahn 12a.

[0061] Ferner umfassen die Betriebsparameter eine Beschleunigung, Geschwindigkeit, Beladung, Gewicht, Fahrtrichtung usw. des Schienenfahrzeugs 12.

[0062] Die Fahrbahn 12a ist gemäß Fig. 1 als Gleis mit zwei parallel zueinander verlaufenden Schienen ausgebildet, auf denen das Schienenfahrzeug 12 im betriebsbereiten Zustand angeordnet ist.

[0063] Ferner weist das Kollisionsvermeidungssystem 10 eine Auswertungseinrichtung 20 auf.

[0064] Die Auswertungseinrichtung 20 ist als zentrale

Datenverarbeitungseinrichtung für Objektdaten, Überprüfungsdaten und die Betriebsparameter ausgestaltet.

[0065] Zudem ist es denkbar, dass die Auswertungseinrichtung 20 eine Künstliche-Intelligenz-Einrichtung und/oder ein neuronales Netz aufweist.

[0066] Ferner kann die Auswertungseinrichtung 20 als selbstlernende Auswertungseinrichtung 20 ausgebildet sein.

[0067] Die Auswertungseinrichtung 20 steht im Übrigen mit der optischen Überprüfungseinrichtung 14, dem Schnittstellenelement 18 und der Sensoreinrichtung 16 in Datenverbindung.

[0068] Das Kollisionsvermeidungssystem 10 weist im Übrigen eine Ausgabeeinrichtung 22 auf.

[0069] Die optische Überprüfungseinrichtung 14 weist zudem eine Videoaufnahmeeinrichtung 24 in Form einer Videokamera 24 zur Erzeugung der Überprüfungsdaten auf.

[0070] Die optische Überprüfungseinrichtung 14 kann zusätzlich auch eine eigene Bildauswertungseinrichtung aufweisen.

[0071] Die optische Überprüfungseinrichtung 14 kann auch mehrere Videokameras 24 aufweisen.

[0072] Ferner kann vorgesehen sein, dass die optische Überprüfungseinrichtung 14 als Stereo-Videokamera 24 ausgebildet ist.

[0073] Im Übrigen weist die Auswertungseinrichtung 20 eine Bildauswertungseinrichtung 26 auf.

[0074] Die Bildauswertungseinrichtung 26 ist als zentrale Datenverarbeitungseinrichtung für die optisch ausgebildeten Überprüfungsdaten ausgestaltet.

[0075] Zudem ist es denkbar, dass die Bildauswertungseinrichtung 20 eine Künstliche-Intelligenz-Einrichtung und/oder ein neuronales Netz aufweist.

[0076] Ferner kann die Bildauswertungseinrichtung 26 als selbstlernende Bildauswertungseinrichtung 20 ausgebildet sein.

[0077] Die Bildauswertungseinrichtung 26 ist im Übrigen Bestandteil der Auswertungseinrichtung 20 oder steht mit der Auswertungseinrichtung 20 in Datenverbindung.

[0078] Die Ausgabeeinrichtung 22 wiederum weist eine erste Ausgabeeinrichtung 28 zur Ausgabe des ersten Warnsignals auf.

[0079] Zudem steht die Ausgabeeinrichtung mit dem Schnittstellenelement 18 und der Auswertungseinrichtung 20 in Datenverbindung.

[0080] Die erste Ausgabeeinrichtung 28 weist weiter eine optische Ausgabeeinrichtung 28a und eine akustische Ausgabeeinrichtung 28b auf.

[0081] Die optische Ausgabeeinrichtung 28a der ersten Ausgabeeinrichtung 28 ist als ein Leuchtanzeigeelement oder in Form von mehreren Leuchtanzeigeelementen (z.B. Leuchtdioden) ausgebildet.

[0082] Ferner kann die optische Ausgabeeinrichtung 28a auch als ein elektronisches Display ausgebildet sein, in welchem die einzelnen optischen Ausgabeeinrichtungen 28a in Form der Leuchtanzeigeelemente anzeigbar

sind.

[0083] Die akustische Ausgabeeinrichtung 28b ist als ein elektrischer Lautsprecher oder in Form mehrerer elektrischer Lautsprecher ausgebildet.

5 **[0084]** Zudem kann die erste Ausgabeeinrichtung 28 eine haptische Ausgabeeinrichtung 28c aufweisen.

[0085] Die haptische Ausgabeeinrichtung 28c kann beispielsweise Bestandteil eines Fahrschalters oder eines Betätigungselements z.B. in Form eines Fußpedals einer Sicherheitsfahrschaltung sein.

10 **[0086]** Die haptische Ausgabeeinrichtung 28c der ersten Ausgabeeinrichtung 28 ist insbesondere als Vibrationseinrichtung ausgebildet.

15 **[0087]** Ferner weist die Ausgabeeinrichtung 22 eine zweite Ausgabeeinrichtung 30 zur Ausgabe des zweiten Warnsignals auf.

[0088] Die zweite Ausgabeeinrichtung 30 weist ebenfalls eine optische Ausgabeeinrichtung 30a und eine akustische Ausgabeeinrichtung 30b auf.

20 **[0089]** Die optische Ausgabeeinrichtung 30a der zweiten Ausgabeeinrichtung 30 ist als ein Leuchtanzeigeelement oder in Form von mehreren Leuchtanzeigeelementen (z.B. Leuchtdioden) ausgebildet.

25 **[0090]** Ferner kann die optische Ausgabeeinrichtung 30a der zweiten Ausgabeeinrichtung 30 auch als ein elektronisches Display ausgebildet sein, in welchem die einzelnen optischen Ausgabeeinrichtungen 30a in Form der Leuchtanzeigeelemente anzeigbar sind.

30 **[0091]** Die akustische Ausgabeeinrichtung 30b ist als ein elektrischer Lautsprecher oder in Form mehrerer elektrischer Lautsprecher ausgebildet.

[0092] Zusätzlich kann auch die zweite Ausgabeeinrichtung 30 eine haptische Ausgabeeinrichtung 30c aufweisen.

35 **[0093]** Die haptische Ausgabeeinrichtung 30c kann beispielsweise Bestandteil eines Fahrschalters oder eines Betätigungselements z.B. in Form eines Fußpedals einer Sicherheitsfahrschaltung sein.

40 **[0094]** Die haptische Ausgabeeinrichtung 30c der zweiten Ausgabeeinrichtung 30 ist insbesondere als Vibrationseinrichtung ausgebildet.

[0095] Das Kollisionsvermeidungssystem 10 oder das Fahrzeug 12 umfassen weiter eine Einrichtung 32 zur kontinuierlichen oder intervallartigen Ermittlung von Reibungskoeffizienten.

45 **[0096]** Die Einrichtung 32 zur Ermittlung der Reibungskoeffizienten weist weiter eine Sensoreinrichtung 32a zur Erfassung der jeweiligen Drehzahlen mehrerer Fahrzeugräder des Schienenfahrzeugs 12 in deren jeweiligen Kontaktpunkt zur Schiene auf.

[0097] Die Einrichtung 32 zur Ermittlung der Reibungskoeffizienten steht zudem mit dem Schnittstellenelement 18 und der Auswertungseinrichtung 20 in Datenverbindung.

55 **[0098]** Das Kollisionsvermeidungssystem 10 umfasst weiter eine Recheneinrichtung 34 zur Berechnung eines Fahrzeugbremsweges ausgehend von den Betriebsparametern.

[0099] Die Recheneinrichtung 34 steht weiterhin mit dem Schnittstellenelement 18 und mit der Auswertungseinrichtung 20 in Datenverbindung.

[0100] Ferner steht die Auswertungseinrichtung 20 mit einer Steuerungs- und Regelungseinrichtung 36 des Schienenfahrzeugs 12 in Datenverbindung.

[0101] Die Funktion des vorstehend beschriebenen Kollisionsvermeidungssystems 10 lässt sich nun wie folgt beschreiben:

Für einen sicheren Fahrbetrieb des Schienenfahrzeugs 12 wird das zuvor strukturell beschriebene Kollisionsvermeidungssystem 10 eingesetzt.

[0102] Das Kollisionsvermeidungssystem 10 insbesondere dazu eingerichtet, die äußere Fahrzeugumgebung, das aktuelle Verkehrsgeschehen und verkehrsgefährdende Objekte O in Form von Objektdaten zu erfassen.

[0103] Ferner ist das Kollisionsvermeidungssystem 10 ist insbesondere dazu eingerichtet, das Fahrverhalten des Fahrzeugführers F kontinuierlich oder in zeitlichen Intervallen zu erfassen und zu überprüfen.

[0104] Hinsichtlich der Überprüfung des Fahrverhaltens des Fahrzeugführers F kann das Kollisionsvermeidungssystem 10 grundsätzlich dessen Fahrverhalten in Abhängigkeit der aktuellen Verkehrssituation und entsprechend unabhängig von der aktuellen Verkehrssituation bzw. den Objektdaten erfassen und überprüfen.

[0105] Entsprechend der Überprüfung des Fahrverhaltens des Fahrzeugführers F unabhängig von dem Verkehrsgeschehen kann das Kollisionsvermeidungssystem 10 wie folgt vorgehen:

In diesem Zusammenhang sind mittels der Auswertungseinrichtung 20 lediglich die Überprüfungsdaten derart auswertbar, dass im Falle eines Fehlfahrverhaltens des Fahrzeugführers F ein Warnsignal erzeugbar ist.

[0106] Ein derartiges Fehlfahrverhalten kann beispielsweise ein freihändiges oder freifüßiges Fahrverhalten während der Fahrt des Schienenfahrzeugs 12 sein.

[0107] Zudem kann ein derartiges Fehlfahrverhalten die Benutzung eines Mobiltelefons oder Smartphones während der Fahrt sein; bzw. kann der Fahrzeugführer F diesbezüglich während des Fahrbetriebs Essen, Trinken oder Rauchen.

[0108] Die Überprüfungsdaten sind somit mittels der Auswertungseinrichtung 20 bzw. der Bildauswertungseinrichtung 26 dahingehend auswertbar, dass das Fahrverhalten des Fahrzeugführers F unabhängig von den Betriebsparametern und den Objektdaten auswertbar ist.

[0109] Zudem ist mittels der Auswertungseinrichtung 20 ein erstes Warnsignal erzeugbar, da mittels der Auswertungseinrichtung 20 ein Fehlfahrverhalten des Fahrzeugführers F unabhängig von den Betriebsparametern und den Objektdaten auswertbar ist.

[0110] Das erste Warnsignal ist sodann an eine Ausgabereinrichtung 22 des Fahrzeugs 12 oder des Kollisionsvermeidungssystems 10 übertragbar und von dieser Ausgabereinrichtung 22 an den Fahrzeugführer F ausgebbar.

[0111] Die akustische Ausgabe durch die akustische Ausgabereinrichtung 28b kann durch eine menschliche Stimme mit Informationen über das Fehlfahrverhalten erfolgen.

5 **[0112]** Ferner kann die akustische Ausgabe durch die akustische Ausgabereinrichtung 28b durch ein dem erfassten Fehlfahrverhalten charakteristisches zugeordnetes Geräusch erfolgen.

10 **[0113]** Im Übrigen kann die akustische Ausgabe durch die akustische Ausgabereinrichtung 28b jeweils durch einen Piepton kontinuierlich oder intervallartig erfolgen.

[0114] Das erste Warnsignal kann ferner mit zeitlich länger andauernder Missachtung des ersten Warnsignals durch den Fahrzeugführer F lauter ausgegeben werden bzw. im Falle eines intervallartigen Pieptons höherfrequenter ausgegeben werden.

15 **[0115]** Die optische Ausgabe des ersten Warnsignals durch die optische Ausgabereinrichtung 28a kann jeweils durch ein Blinken oder kontinuierliches Leuchten der jeweiligen Leuchtelemente (z.B. Leuchtdioden) erfolgen.

20 **[0116]** Ebenfalls kann die optische Ausgabe z.B. durch Anzeige auf einem elektronischen Display 28a in Form eines dem Fehlfahrverhalten zugeordneten Symbols sein.

25 **[0117]** Das erste Warnsignal kann ferner mit zeitlich länger andauernder Missachtung des ersten Warnsignals durch den Fahrzeugführer F heller bzw. kontrastreicher ausgegeben werden bzw. mit einer höheren Blinkfrequenz ausgegeben werden.

30 **[0118]** Das erste Warnsignal kann ferner an den Fahrzeugführer F zusätzlich noch mittels einer haptischen Ausgabereinrichtung 28c durch Vibration ausgegeben werden.

35 **[0119]** Das erste Warnsignal kann ferner mit zeitlich länger andauernder Missachtung des ersten Warnsignals durch den Fahrzeugführer mittels der haptischen Ausgabereinrichtung 22c mit einer größeren Vibrationsfrequenz und einer größeren Vibrationsamplitude ausgegeben werden.

40 **[0120]** Weiterhin kann das Kollisionsvermeidungssystem 10 gemäß der Überprüfung des Fahrverhaltens des Fahrzeugführers abhängig von dem Verkehrsgeschehen wie folgt vorgehen:

Gemäß diesem Fall sind die Objektdaten, mehrere Betriebsparameter des Fahrzeugs 12 und die Überprüfungsdaten bezüglich des Fahrzeugführers F derart auswertbar, dass im Falle eines verkehrsspezifischen Fehlfahrverhaltens des Fahrzeugführers F mittels der Auswertungseinrichtung 20 ebenfalls ein Warnsignal erzeugbar ist.

45 **[0121]** Ein verkehrsspezifisches Fehlverhalten des Fahrzeugführers F kann beispielsweise das Missachten einer Lichtzeichenanlage oder das Missachten einer Kreuzung bzw. eines Bahnübergangs sein.

50 **[0122]** Insofern sind die Betriebsparameter, die Objektdaten sowie die Überprüfungsdaten mittels der Auswertungseinrichtung 20 dahingehend auswertbar, dass das Fahrverhalten des Fahrzeugführers F abhängig von

den Betriebsparametern und den Objektdaten auswertbar ist.

[0123] Demzufolge ist mittels der Auswertungseinrichtung 20 ein zweites Warnsignal erzeugbar, weil ein Fehlfahrverhalten des Fahrzeugführers F abhängig von den Betriebsparametern und den Objektdaten auswertbar ist.

[0124] Das zweite Warnsignal ist sodann ebenfalls an eine Ausgabeeinrichtung 22 des Fahrzeugs 12 oder des Kollisionsvermeidungssystems 10 übertragbar und von dieser Ausgabeeinrichtung 22 an den Fahrzeugführer F ausgebbar.

[0125] Die akustische Ausgabe des zweiten Warnsignals durch die zweite akustische Ausgabeeinrichtung 30b kann durch eine menschliche Stimme mit Informationen über das erfasste Fehlfahrverhalten des Fahrzeugführers F erfolgen.

[0126] Ferner kann die akustische Ausgabe des zweiten Warnsignals durch die zweite akustische Ausgabeeinrichtung 30b durch ein dem erfassten Fehlfahrverhalten zugeordnetes Geräusch erfolgen.

[0127] Im Übrigen kann die akustische Ausgabe des zweiten Warnsignals durch die zweite akustische Ausgabeeinrichtung 30b jeweils durch einen Piepton kontinuierlich oder intervallartig erfolgen.

[0128] Das zweite Warnsignal kann ferner mit länger andauernder Missachtung durch den Fahrzeugführer lauter ausgegeben werden bzw. im Falle eines intervallartigen Pieptons höherfrequenter ausgegeben werden.

[0129] Die optische Ausgabe des zweiten Warnsignals durch die zweite optische Ausgabeeinrichtung 30a kann jeweils durch ein Blinken oder kontinuierliches Leuchten der jeweiligen Leuchtelemente (z.B. Leuchtdioden) erfolgen.

[0130] Das zweite Warnsignal kann ferner mit länger andauernder Missachtung durch den Fahrzeugführer F heller bzw. kontrastreicher ausgegeben werden bzw. mit einer höheren Blinkfrequenz ausgegeben werden.

[0131] Das zweite Warnsignal kann ferner an den Fahrzeugführer F zusätzlich noch mittels der zweiten haptischen Ausgabeeinrichtung 30c durch Vibration ausgegeben werden.

[0132] Das zweite Warnsignal kann ferner mit länger andauernder Missachtung durch den Fahrzeugführer F mittels der haptischen Ausgabeeinrichtung 30c mit einer größeren Vibrationsfrequenz und einer größeren Vibrationsamplitude ausgegeben werden.

[0133] Zudem ist denkbar, dass das erste und das zweite Warnsignal auch von einer gemeinsamen Ausgabeeinrichtung 22 ausgegeben werden.

[0134] Weiterhin kann das Kollisionsvermeidungssystem 10 gemäß der Überprüfung insbesondere des Verkehrsgeschehens wie folgt vorgehen:

Die Objektdaten sowie mehrere Betriebsparameter des Fahrzeugs 12 sind mittels der Auswertungseinrichtung 20 derart auswertbar, dass im Falle einer bevorstehenden Kollision zwischen Objekt O und Fahrzeug 12 mittels der Auswertungseinrichtung 20 ein Warnsignal erzeug-

bar ist.

[0135] Sodann wird mittels der Auswertungseinrichtung 20 ein Warnsignal im Falle einer bevorstehenden Kollision zwischen Objekt O und Fahrzeug 12 erzeugt.

[0136] Das Warnsignal ist in diesem Fall insbesondere als Kollisionsvermeidungssignal ausgebildet.

[0137] Das Warnsignal bzw. das Kollisionsvermeidungssignal ist sodann an die erste und die zweite Ausgabeeinrichtung 28, 30 übertragbar und an den Fahrzeugführer F ausgebbar.

[0138] Die akustische Ausgabe durch die jeweiligen akustischen Ausgabeeinrichtungen 28b, 30b kann jeweils durch eine menschliche Stimme mit Informationen über das erfasste Objekt O erfolgen.

[0139] Ferner kann die akustische Ausgabe des Kollisionsvermeidungssignals jeweils durch ein dem erfassten Objekt O charakteristisches zugeordnetes Geräusch erfolgen.

[0140] Im Übrigen kann die akustische Ausgabe jeweils durch einen Piepton kontinuierlich oder intervallartig erfolgen.

[0141] Das jeweilige Kollisionsvermeidungssignal kann ferner mit sinkender Entfernung zwischen Objekt O und Fahrzeug lauter ausgegeben werden bzw. im Falle eines intervallartigen Pieptons höherfrequenter ausgegeben werden.

[0142] Die optische Ausgabe durch die optischen Ausgabeeinrichtungen 28b, 30b kann jeweils durch ein Blinken oder kontinuierliches Leuchten der jeweiligen Leuchtelemente (z.B. Leuchtdioden) erfolgen.

[0143] Das jeweilige Kollisionsvermeidungssignal kann ferner mit sinkender Entfernung zwischen Objekt O und Fahrzeug 12 heller bzw. kontrastreicher ausgegeben werden bzw. mit einer höheren Blinkfrequenz ausgegeben werden.

[0144] Das Kollisionsvermeidungssignal kann ferner an den Fahrzeugführer zusätzlich noch mittels einer haptischen Ausgabeeinrichtung 28c, 30c durch Vibration ausgegeben werden.

[0145] Das haptische Kollisionsvermeidungssignal kann ferner mit sinkender Entfernung zwischen Objekt O und Fahrzeug mittels der haptischen Ausgabeeinrichtung 28c, 30c mit einer größeren Vibrationsfrequenz und einer größeren Vibrationsamplitude ausgegeben werden.

[0146] Die haptische Ausgabeeinrichtung 28c, 30c kann beispielsweise Bestandteil eines Fahrschalters und eines Betätigungselements der Sicherheitsfahrschaltung sein.

[0147] Der Fahrzeugführer F kann aufgrund der vorstehend beschriebenen Ausgabe des Kollisionsvermeidungssignals eine Bremsung des Schienenfahrzeugs einleiten oder zunächst das Objekt O akustisch und optisch mittels einer Objektwarn Einrichtung des Schienenfahrzeugs 12 warnen.

[0148] Sinkt infolgedessen die Kollisionswahrscheinlichkeit unter einen bestimmten Schwellwert wieder ab, stoppt die Auswertungseinrichtung 18 die vorstehend be-

schriebene Ausgabe.

[0149] Steigt jedoch die Kollisionswahrscheinlichkeit weiter an, überträgt die Auswertungseinrichtung 18 das Kollisionsvermeidungssignal zusätzlich an eine Steuerungs- und Regelungseinrichtung 36 des Schienenfahrzeugs 12.

[0150] Diese Steuerungs- und Regelungseinrichtung 36 veranlasst sodann eine automatische Betriebsbremsung oder Notbremsung der Bremsanlage des Schienenfahrzeugs 12, je nach Entfernung des Objekts O zu dem Schienenfahrzeug 12 und je nach Kollisionswahrscheinlichkeit.

[0151] Wie bereits vorstehend beschrieben, weist das Kollisionsvermeidungssystem 10 eine Einrichtung 32 zur Ermittlung der Reibungskoeffizienten zwischen dem Schienenfahrzeug 12 und der das Schienenfahrzeug tragenden Fahrbahn 12a auf.

[0152] Einrichtung 32 zur Ermittlung der Reibungskoeffizienten überträgt diese Art von Betriebsparameter sodann über das Schnittstellenelement 18 an die Recheneinrichtung 34.

[0153] Die Recheneinrichtung 34 errechnet auf der Grundlage der übertragenen Reibungskoeffizienten sowie der weiteren Betriebsparameter den aktuellen Bremsweg des Schienenfahrzeugs 12 und erzeugt entsprechende Bremswegdaten.

[0154] Diese Bremswegdaten oder die Reibungskoeffizienten an sich können im Anschluss der Auswertungseinrichtung 20 ebenfalls in Form von Betriebsparametern bereitgestellt werden, welche sie zur Auswertung zusammen mit den Objektdaten verwendet.

[0155] Fig. 2 zeigt weiter ein Flussdiagramm eines Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Verfahrens zum Betrieb des vorstehend beschriebenen Kollisionsvermeidungssystems 10 gemäß Fig. 1, das in einem Schienenfahrzeug 12 verbaut wird.

[0156] Gemäß eines ersten Schrittes S1 wird mittels einer optischen Überprüfungseinrichtung 14 ein Fahrverhalten eines Fahrzeugführers F erfasst und überprüft sowie entsprechende Überprüfungsdaten erzeugt.

[0157] Im Anschluss daran wird gemäß eines zweiten Schrittes S2 mittels einer Sensoreinrichtung 16 ein oder mehrere Objekte O außerhalb des Fahrzeugs 12 erfasst und entsprechende Objektdaten erzeugt.

[0158] Gemäß eines dritten Schrittes S3 werden sodann mehrere Betriebsparameter des Fahrzeugs 12 sowie die Objektdaten und ferner die Überprüfungsdaten mittels der Auswertungseinrichtung 20 ausgewertet.

[0159] Die dazu notwendigen mehreren Betriebsparameter des Fahrzeugs 12 werden der Auswertungseinrichtung 20 über die das Schnittstellenelement bereitgestellt.

[0160] In diesem Zusammenhang kann die Auswertungseinrichtung 20 im Rahmen der auf diesen dritten Schritt S3 nachfolgenden Schritte anhand von drei möglichen parallelen Schrittfolgen vorgehen.

[0161] Gemäß eines vierten Parallel-Schrittes S4.1 werden lediglich die Objektdaten sowie mehrere Betrieb-

sparameter des Fahrzeugs 12 derart von der Auswertungseinrichtung 20 ausgewertet, dass im Falle einer bevorstehenden Kollision zwischen Objekt O und Fahrzeug 12 mittels der Auswertungseinrichtung 20 ein Warnsignal erzeugbar ist.

[0162] Gemäß eines fünften Parallel-Schrittes S5.1 wird sodann mittels der Auswertungseinrichtung 20 ein Warnsignal im Falle einer bevorstehenden Kollision zwischen Objekt O und Fahrzeug 12 erzeugt.

[0163] Das Warnsignal ist in diesem Fall insbesondere als Kollisionsvermeidungssignal ausgebildet.

[0164] Das Warnsignal bzw. das Kollisionsvermeidungssignal wird sodann in diesem Fall gemäß eines sechsten Parallel-Schrittes S6.1 von der Auswertungseinrichtung 20 an die erste Ausgabereinrichtung und an die zweite Ausgabereinrichtung 28, 30 des Fahrzeugs 12 oder des Kollisionsvermeidungssystems 10 übertragen.

[0165] Die Übertragung an die erste und an die zweite Ausgabereinrichtung 28, 30 erfolgt insbesondere aufgrund der Wichtigkeit des Warnsignals in Form des Kollisionsvermeidungssignals.

[0166] Im Anschluss erfolgt die Ausgabe des Warnsignals bzw. des Kollisionsvermeidungssignals durch die erste und zweite Ausgabereinrichtung 28, 30 im Rahmen eines siebten Parallel-Schrittes S7.1.

[0167] Zudem werden gemäß eines weiteren vierten Parallel-Schrittes S4.2 die Überprüfungsdaten mittels der Auswertungseinrichtung derart ausgewertet, dass im Falle eines Fehlfahrverhaltens des Fahrzeugführers F mittels der Auswertungseinrichtung 20 ein Warnsignal erzeugbar ist.

[0168] Gemäß dieses Schrittes wird also lediglich anhand der Überprüfungsdaten das Fahrverhalten des Fahrzeugführers F ausgewertet.

[0169] Die Überprüfungsdaten werden demgemäß mittels der Auswertungseinrichtung 20 derart ausgewertet, dass das Fahrverhalten des Fahrzeugführers F unabhängig von den Betriebsparametern und den Objektdaten ausgewertet wird.

[0170] Im Rahmen eines weiteren fünften Parallel-Schrittes S5.2 wird sodann ein erstes Warnsignal erzeugt, da ein Fehlfahrverhalten des Fahrzeugführers F unabhängig von den Betriebsparametern und den Objektdaten ausgewertet wird.

[0171] Anschließend wird im Rahmen eines weiteren sechsten Parallel-Schrittes S6.2 das erste Warnsignal an eine erste Ausgabereinrichtung 28 des Fahrzeugs 12 oder des Kollisionsvermeidungssystems 10 übertragen.

[0172] Danach erfolgt die Ausgabe des ersten Warnsignals durch die erste Ausgabereinrichtung 28 im Rahmen eines weiteren siebten Parallel-Schrittes S7.2.

[0173] Im Übrigen werden gemäß noch eines weiteren vierten Parallel-Schrittes S4.3 die Objektdaten sowie mehrere Betriebsparameter des Fahrzeugs 12 und die Überprüfungsdaten mittels der Auswertungseinrichtung 20 derart ausgewertet, dass im Falle eines Fehlfahrverhaltens des Fahrzeugführers F mittels der Auswertungseinrichtung 20 ebenfalls ein Warnsignal erzeugt wird.

[0174] Die Betriebsparameter, die Objektdaten sowie die Überprüfungsdaten werden demzufolge von der Auswertungseinrichtung dahingehend ausgewertet werden, dass das Fahrverhalten des Fahrzeugführers F abhängig von den Betriebsparametern und den Objektdaten ausgewertet wird.

[0175] Im Rahmen noch eines weiteren fünften Parallel-Schrittes S5.3 wird sodann mittels der Auswertungseinrichtung 20 ein zweites Warnsignal erzeugt, weil ein Fehlfahrverhalten des Fahrzeugführers F abhängig von den Betriebsparametern und den Objektdaten ausgewertet wird.

[0176] Im Anschluss wird gemäß noch eines weiteren sechsten Parallel-Schrittes S6.3 mittels der Auswertungseinrichtung 20 das zweite Warnsignal an eine zweite Ausgabeeinrichtung 28 übertragen.

[0177] Anschließend erfolgt die Ausgabe des zweiten Warnsignals durch die zweite Ausgabeeinrichtung 30 im Rahmen noch eines weiteren siebten Parallel-Schrittes S7.3.

[0178] Alle vorigen beschriebenen Verfahrensschritte S1 bis S7.1, S7.2, S7.3 sind mittels des Kollisionsvermeidungssystems 10 automatisch durchführbar.

[0179] Ferner kehrt das Kollisionsvermeidungssystem nach Durchführung des jeweiligen siebten Parallel-Schrittes S7.1, S7.2, S7.3 automatisch wieder zu Schritt 1 zurück.

BEZUGSZEICHENLISTE

[0180]

10	Kollisionsvermeidungssystem	
12	Schienenfahrzeug	
12a	Fahrbahn	
14	optische Überprüfungseinrichtung	
16	Sensoreinrichtung	
18	Schnittstellenelement	
20	Auswertungseinrichtung	
22	Ausgabeeinrichtung	
24	Videokamera	
26	Bildauswertungseinrichtung	
28	erste Ausgabeeinrichtung	
28a	optische Ausgabeeinrichtung der ersten Ausgabeeinrichtung	
28b	akustische Ausgabeeinrichtung der ersten Ausgabeeinrichtung	
28c	haptische Ausgabeeinrichtung der ersten Ausgabeeinrichtung	
30	zweite Ausgabeeinrichtung	
30a	optische Ausgabeeinrichtung der zweiten Ausgabeeinrichtung	
30b	akustische Ausgabeeinrichtung der zweiten Ausgabeeinrichtung	
30c	haptische Ausgabeeinrichtung der zweiten Ausgabeeinrichtung	
32	Einrichtung zur Ermittlung der Reibungskoeffizienten	

32a	Sensoreinrichtung der Einrichtung zur Ermittlung der Reibungskoeffizienten
34	Recheneinrichtung
36	Steuerungs- und Regelungseinrichtung

5

F	Fahrzeugführer
O	Objekt

10 **Patentansprüche**

1. Kollisionsvermeidungssystem (10) für ein Fahrzeug (12), insbesondere Schienenfahrzeug (12), mit wenigstens einer optischen Überprüfungseinrichtung (14) zur Erfassung und Überprüfung wenigstens eines Fahrverhaltens wenigstens eines Fahrzeugführers (F) sowie zur Erzeugung entsprechender Überprüfungsdaten, mit wenigstens einer Sensoreinrichtung (16) zur Erfassung von wenigstens einem Objekt (O) außerhalb des Fahrzeugs (12) und zur Erzeugung entsprechender Objektdaten, mit wenigstens einem Schnittstellenelement (18) zum Anschluss an ein Subsystem, insbesondere ein Bremskontrollsystem, ein Traktionskontrollsystem, ein Energieversorgungssystem oder Levellingsystem eines Schienenfahrzeugs, und/oder an ein Datenversorgungssystem, insbesondere Bordnetz und/oder Bussystem, des Fahrzeugs zur Bereitstellung mehrerer Betriebsparameter des Fahrzeugs (12) im Kollisionsvermeidungssystem (10) und mit wenigstens einer Auswertungseinrichtung (20), wobei mittels der Auswertungseinrichtung (20) mehrere Betriebsparameter des Fahrzeugs (12) sowie die Objektdaten und/oder ferner die Überprüfungsdaten derart auswertbar sind, dass im Falle wenigstens einer bevorstehenden Kollision zwischen Objekt (O) und Fahrzeug (12) und/oder dass im Falle wenigstens eines Fehlfahrverhaltens des Fahrzeugführers (F) mittels der Auswertungseinrichtung (20) wenigstens ein Warnsignal erzeugbar ist und an wenigstens eine Ausgabeeinrichtung (22) des Fahrzeugs (12) und/oder des Kollisionsvermeidungssystems (10) übertragbar und von dieser Ausgabeeinrichtung (22) an den Fahrzeugführer (F) ausgebbar ist.

45

2. Kollisionsvermeidungssystem (10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die optische Überprüfungseinrichtung (14) wenigstens eine Videoaufnahmeeinrichtung (24), insbesondere Videokamera (24), zur Erzeugung der Überprüfungsdaten aufweist.

50

3. Kollisionsvermeidungssystem (10) nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Auswertungseinrichtung (20) wenigstens eine Bildauswertungseinrichtung (26) aufweist, mittels

55

- derer anhand der Überprüfungsdaten das Fahrverhalten des Fahrzeugführers (F) auswertbar ist.
4. Kollisionsvermeidungssystem (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Überprüfungsdaten mittels der Auswertungseinrichtung (20) dahingehend auswertbar sind, dass das Fahrverhalten des Fahrzeugführers (F) unabhängig von den Betriebsparametern und den Objektdaten auswertbar ist. 5
 5. Kollisionsvermeidungssystem (10) nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet, dass
mittels der Auswertungseinrichtung (20) wenigstens ein erstes Warnsignal erzeugbar ist, falls mittels der Auswertungseinrichtung (20) ein Fehlfahrverhalten des Fahrzeugführers (F) unabhängig von den Betriebsparametern und den Objektdaten auswertbar ist. 10 15 20
 6. Kollisionsvermeidungssystem (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Betriebsparameter und/oder die Objektdaten sowie die Überprüfungsdaten mittels der Auswertungseinrichtung (20) dahingehend auswertbar sind, dass das Fahrverhalten des Fahrzeugführers (F) abhängig von den Betriebsparametern und/oder den Objektdaten auswertbar ist. 25 30
 7. Kollisionsvermeidungssystem (10) nach Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet, dass
mittels der Auswertungseinrichtung (20) wenigstens ein zweites Warnsignal erzeugbar ist, falls ein Fehlfahrverhalten des Fahrzeugführers (F) abhängig von den Betriebsparametern und/oder den Objektdaten auswertbar ist. 35 40
 8. Kollisionsvermeidungssystem (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Ausgabeeinrichtung (20) wenigstens eine erste Ausgabeeinrichtung (28) zur Ausgabe des ersten Warnsignals aufweist und wobei die Ausgabeeinrichtung wenigstens eine zweite Ausgabeeinrichtung (30) zur Ausgabe des zweiten Warnsignals aufweist. 45 50
 9. Kollisionsvermeidungssystem (10) nach Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet, dass
die erste Ausgabeeinrichtung (28) wenigstens eine optische Ausgabeeinrichtung (28a) und/oder wenigstens eine akustische Ausgabeeinrichtung (28b) und/oder wenigstens eine haptische Ausgabeeinrichtung (28c) aufweist und wobei die zweite Ausgabeeinrichtung (30) wenigstens eine optische Ausgabeeinrichtung (30a) und/oder wenigstens eine akustische Ausgabeeinrichtung (30b) und/oder wenigstens eine haptische Ausgabeeinrichtung (30c) aufweist.
 10. Kollisionsvermeidungssystem (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Betriebsparameter einen oder mehrere Reibungskoeffizienten zwischen dem Fahrzeug (12) und wenigstens einer das Fahrzeug (12) tragenden Fahrbahn (12a) umfassen.
 11. Verfahren zum Betrieb wenigstens eines Kollisionsvermeidungssystems (10), das in wenigstens einem Fahrzeug (12), insbesondere Schienenfahrzeug (12), verbaut ist, wobei das Verfahren die folgenden Schritte umfasst:
 - Erfassen und Überprüfen wenigstens eines Fahrverhaltens wenigstens eines Fahrzeugführers (F) sowie Erzeugen entsprechender Überprüfungsdaten;
 - Erfassen von wenigstens einem Objekt (O) außerhalb des Fahrzeugs (12) und Erzeugen entsprechender Objektdaten;
 - Bereitstellen mehrerer Betriebsparameter des Fahrzeugs (12);
 - Auswerten mehrerer Betriebsparameter des Fahrzeugs (12) sowie der Objektdaten und/oder ferner der Überprüfungsdaten;
 - Erzeugen wenigstens eines Warnsignals im Falle wenigstens einer bevorstehenden Kollision zwischen Objekt (O) und Fahrzeug (12) und/oder
 - Erzeugen wenigstens eines Warnsignals im Falle wenigstens eines Fehlfahrverhaltens des Fahrzeugführers (F);
 - Übertragen des Warnsignals an wenigstens eine Ausgabeeinrichtung (22, 28, 30) des Fahrzeugs (12) und/oder des Kollisionsvermeidungssystems (10);
 - Ausgabe des Warnsignals an den Fahrzeugführer (F).
 12. Verfahren nach Anspruch 11,
dadurch gekennzeichnet, dass
anhand der Überprüfungsdaten das Fahrverhalten des Fahrzeugführers (F) ausgewertet wird.
 13. Verfahren nach Anspruch 11 oder Anspruch 12,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Überprüfungsdaten dahingehend ausgewertet werden, dass das Fahrverhalten des Fahrzeugführers (F) unabhängig von den Betriebsparametern und den Objektdaten ausgewertet wird.

14. Verfahren nach Anspruch 13,
dadurch gekennzeichnet, dass
ein erstes Warnsignal erzeugt wird, falls ein Fehl-
fahrverhalten des Fahrzeugführers (F) unabhängig
von den Betriebsparametern und den Objektdaten 5
ausgewertet wird.
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 14,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Betriebsparameter und/oder die Objektdaten so- 10
wie die Überprüfungsdaten dahingehend ausgewer-
tet werden, dass das Fahrverhalten des Fahrzeug-
führers (F) abhängig von den Betriebsparametern
und/oder den Objektdaten ausgewertet wird. 15
16. Verfahren nach Anspruch 15,
dadurch gekennzeichnet, dass
wenigstens ein zweites Warnsignal erzeugt wird,
falls ein Fehlfahrverhalten des Fahrzeugführers (F)
abhängig von den Betriebsparametern und/oder den 20
Objektdaten ausgewertet wird.
17. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 16,
dadurch gekennzeichnet, dass
das erste Warnsignal ausgegeben wird und das 25
zweite Warnsignal ausgegeben wird.
18. Fahrzeug (12, 12'), insbesondere ein Schienenfahr-
zeug (12, 12') mit wenigstens einem Kollisionsver-
meidungssystem (10, 10') nach einem der Ansprü- 30
che 1 bis 10.

35

40

45

50

55

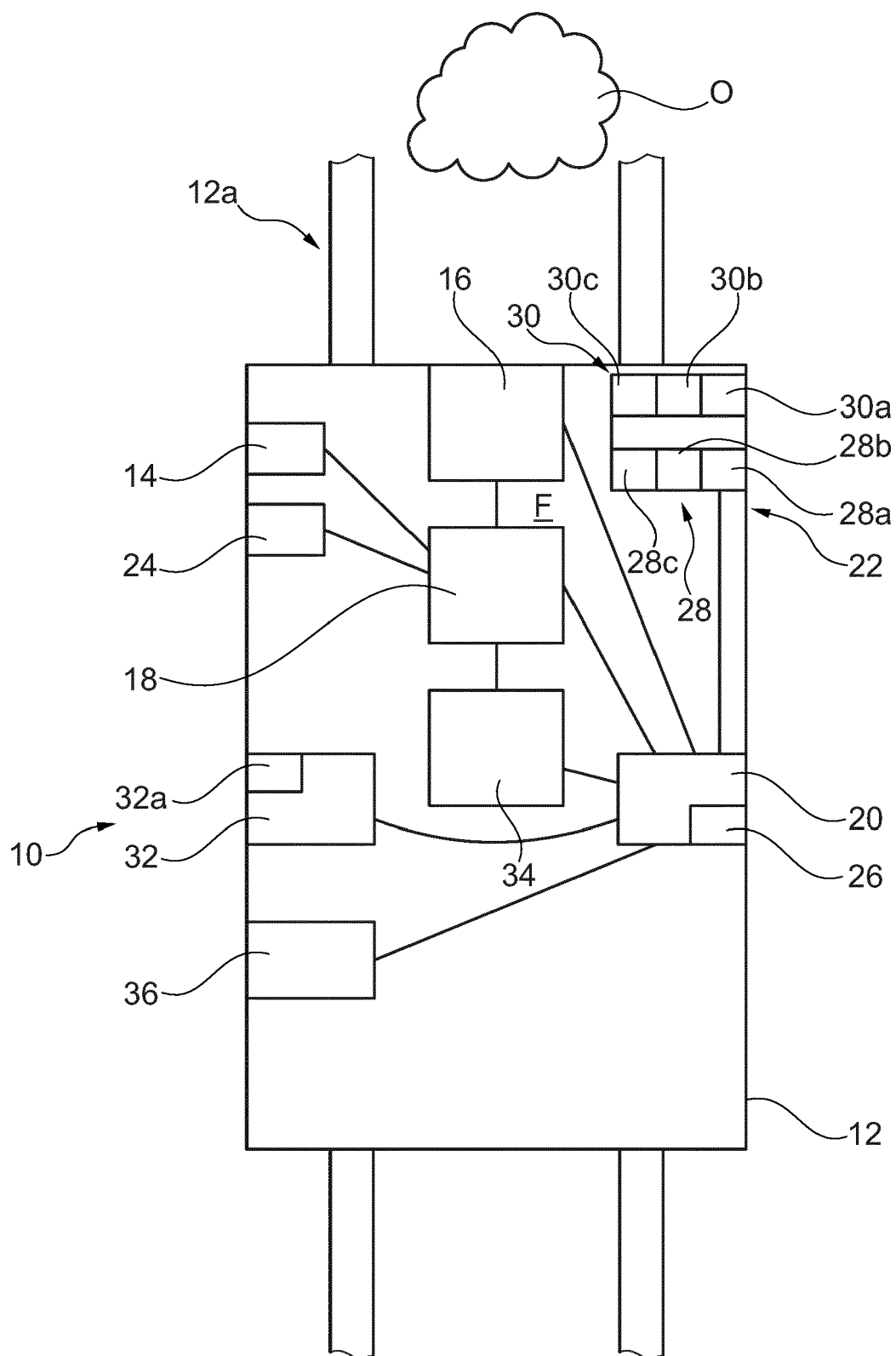


Fig. 1

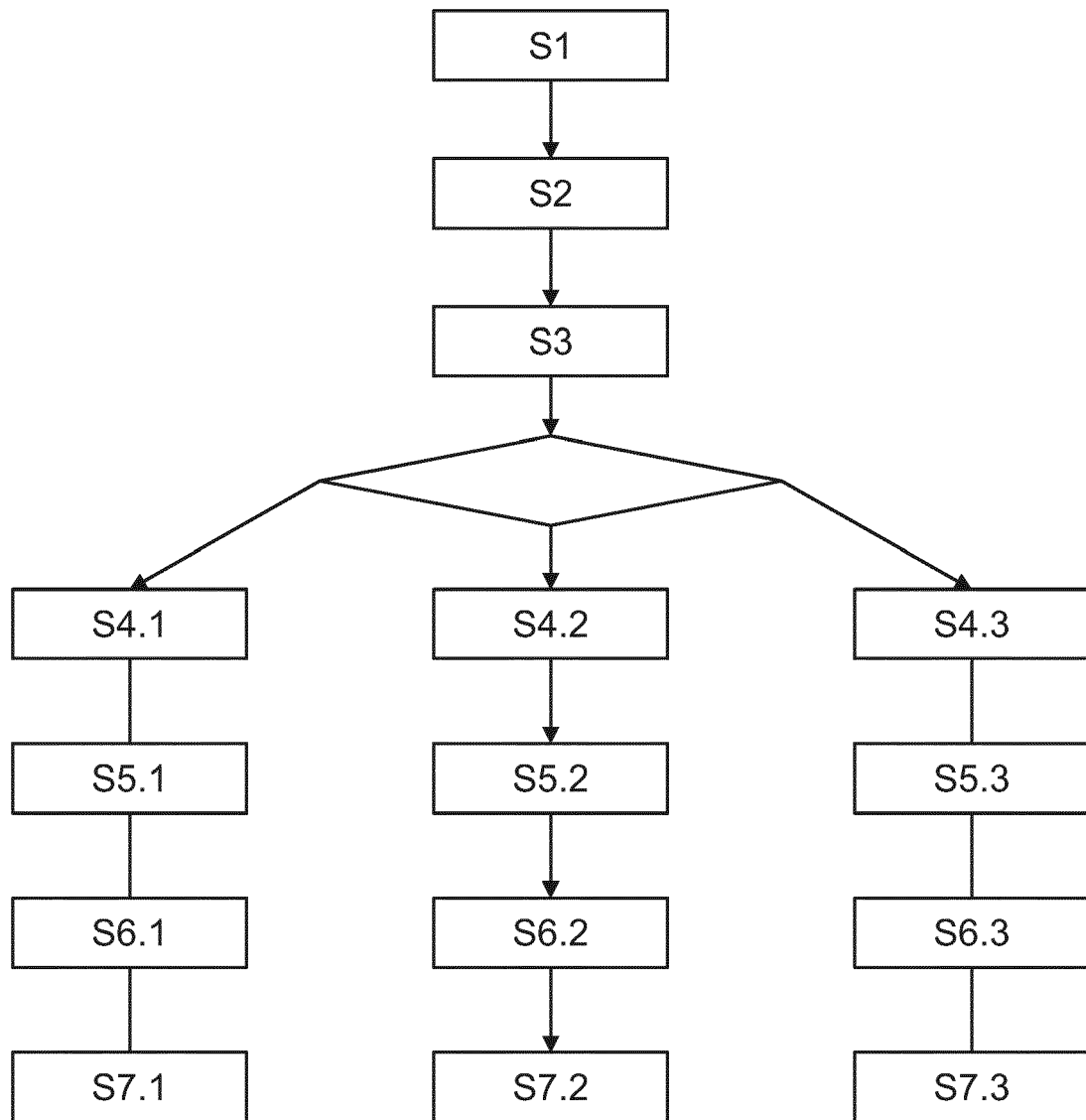


Fig. 2



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 19 17 1902

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	WO 2010/128912 A1 (WESTERBLAD HAAKAN [SE]; ERIKSSON ANDERS [SE]) 11. November 2010 (2010-11-11) * Seite 4, Zeile 25 - Seite 17, Zeile 8; Abbildungen 1-8 *	1-5, 10-14, 18	INV. B61L23/04 ADD. B61L15/00
X	EP 3 100 927 A1 (HONDA MOTOR CO LTD [JP]) 7. Dezember 2016 (2016-12-07) * Absatz [0009] - Absatz [0226]; Abbildungen 1-77 *	1-18	
X	JP 2008 065380 A (TOYOTA MOTOR CORP) 21. März 2008 (2008-03-21) * Absatz [0014] - Absatz [0068] *	1-18	
X	EP 3 299 241 A1 (VOLVO CAR CORP [SE]) 28. März 2018 (2018-03-28) * Absatz [0016] - Absatz [0067]; Abbildungen 1-3 *	1-9, 11-18	
X	EP 3 042 823 A1 (SMARTDRIVE SYSTEMS INC [US]) 13. Juli 2016 (2016-07-13) * Absatz [0013] - Absatz [0056]; Abbildungen 1-4 *	1-9, 11-18	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) B61L
X	GB 2 500 690 A (JAGUAR CARS [GB]) 2. Oktober 2013 (2013-10-02) * Seite 6, Zeile 36 - Seite 12, Zeile 24; Abbildungen 1-4 *	1-9, 11-18	
X	EP 2 892 020 A1 (HARMAN INT IND [US]) 8. Juli 2015 (2015-07-08) * Absatz [0055] - Absatz [0121]; Abbildungen 1A-4 *	1-9, 11-18	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 16. September 2019	Prüfer Mäki-Mantila, M
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 19 17 1902

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

16-09-2019

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2010128912 A1	11-11-2010	EP 2427349 A1	14-03-2012
		US 2012050026 A1	01-03-2012
		WO 2010128912 A1	11-11-2010
EP 3100927 A1	07-12-2016	AU 2012218054 B2	23-10-2014
		CA 2826549 A1	23-08-2012
		CN 103370252 A	23-10-2013
		EP 2675686 A1	25-12-2013
		EP 3100927 A1	07-12-2016
		JP 6410766 B2	24-10-2018
		JP 6482096 B2	13-03-2019
		JP 2014511301 A	15-05-2014
		JP 2015110411 A	18-06-2015
		JP 2016186821 A	27-10-2016
		JP 2017200822 A	09-11-2017
		JP 2019023079 A	14-02-2019
		KR 20140007444 A	17-01-2014
		KR 20150032598 A	26-03-2015
		KR 20160055969 A	18-05-2016
		KR 20170130632 A	28-11-2017
		KR 20180127547 A	28-11-2018
		US 2012212353 A1	23-08-2012
		US 2013245886 A1	19-09-2013
		US 2014309881 A1	16-10-2014
		US 2014371984 A1	18-12-2014
		US 2016152233 A1	02-06-2016
		US 2018072310 A1	15-03-2018
		WO 2012112300 A1	23-08-2012
JP 2008065380 A	21-03-2008	KEINE	
EP 3299241 A1	28-03-2018	CN 107867242 A	03-04-2018
		EP 3299241 A1	28-03-2018
		US 2018086265 A1	29-03-2018
EP 3042823 A1	13-07-2016	CA 2916882 A1	08-07-2016
		EP 3042823 A1	13-07-2016
		US 9981674 B1	29-05-2018
		US 2016200330 A1	14-07-2016
GB 2500690 A	02-10-2013	KEINE	
EP 2892020 A1	08-07-2015	EP 2892020 A1	08-07-2015
		US 2015193885 A1	09-07-2015

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 102014225881 A1 **[0002]**
- DE 102014221034 A1 **[0002]**
- DE 102014220778 A1 **[0002]**
- DE 102015214425 A1 **[0002]**
- WO 2008122547 A1 **[0003]**
- WO 2016042352 A1 **[0004]**
- WO 2017042044 A1 **[0005]**
- WO 9731810 A1 **[0005]**
- WO 2015150340 A1 **[0006]**
- EP 2808224 A1 **[0007]**
- US 9321470 B1 **[0008]**