



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**20.11.2019 Patentblatt 2019/47**

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

(21) Anmeldenummer: **19172682.7**

(22) Anmeldetag: **06.05.2019**

(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)**  
• **NAGY, Gabor**  
**9024 GYÖR (HU)**  
• **SOMOGYI, Gergo**  
**1201 Budapest (HU)**

(30) Priorität: **18.05.2018 DE 102018111980**

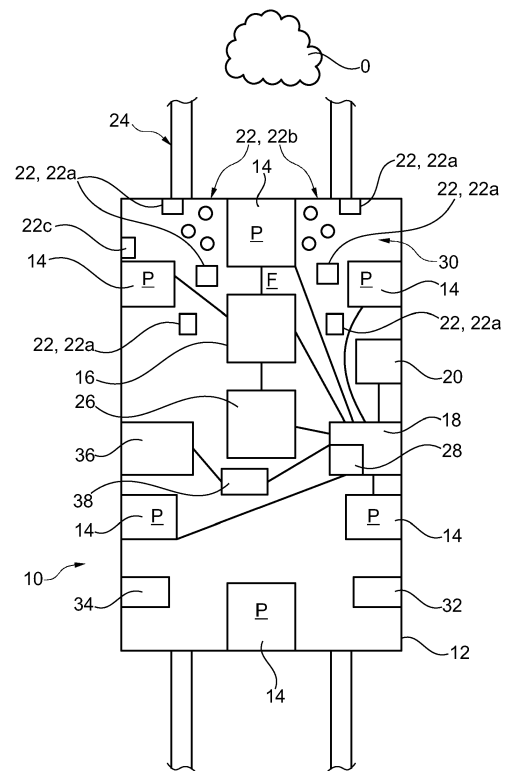
(71) Anmelder: **KNORR-BREMSE**  
**Systeme für Schienenfahrzeuge GmbH**  
**80809 München (DE)**

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

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft ein Kollisionsvermeidungssystem (10), das in wenigstens einem Fahrzeug (12), insbesondere ein Schienenfahrzeug (12), verbaut ist, mit mehreren Sensoreinrichtungen (14) zur jeweiligen Erfassung von wenigstens einem Objekt (O) außerhalb des Fahrzeugs (12) und zur Erzeugung entsprechender Objektdaten, wobei die Sensoreinrichtungen (14) an verschiedenen Sensorpositionen (P) an dem Fahrzeug (12) angeordnet sind, mit wenigstens einem Schnittstellenelement (16) zur Bereitstellung mehrerer Betriebsparameter des Fahrzeugs (12), und mit wenigstens einer Auswertungseinrichtung (18), die mit dem Schnittstellenelement (16) und den Sensoreinrichtungen (14) in Datenverbindung steht, wobei mittels der Auswertungseinrichtung (18) die von dem Schnittstellenelement (16) bereitgestellten Betriebsparameter sowie die Objektdaten auswertbar sind und im Falle einer bevorstehenden Kollision zwischen Objekt (O) und Fahrzeug (12) wenigstens ein Kollisionsvermeidungssignal an wenigstens eine Kollisionsvermeidungseinrichtung (20) übertragbar ist, wobei die Kollisionsvermeidungseinrichtung (20) mehrere Ausgabeeinrichtungen zur (22) Ausgabe des Kollisionsvermeidungssignals an wenigstens einen Fahrzeugführer (F) aufweist, das von einer oder mehreren Ausgabeeinrichtungen (22) derart ausgebar ist, dass das Kollisionsvermeidungssignal einer oder mehreren korrespondierenden Sensorpositionen (P) zugeordnet 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 dem Stand der Technik sind bereits Kollisionsvermeidungssysteme bzw. Kollisionswarnsysteme bekannt, die im Falle einer bevorstehenden Kollision den Fahrzeugführer durch entsprechende Ausgabevorrichtungen akustisch und optisch warnen und gegebenenfalls eine automatische Bremsung des Fahrzeugs einleiten.

**[0003]** 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.

**[0004]** 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.

**[0005]** 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..

**[0006]** 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.

**[0007]** Zusätzlich offenbart die WO 2015/150340 A1 ein Verfahren zum automatischen Assistieren eines Fahrers eines fahrspurgebundenen Fahrzeugs, insbesondere eines Schienenfahrzeugs.

**[0008]** Weiterhin zeigt die EP 2 808 224 A1 eine Anlage zur Gefahrenbereichsüberwachung einer Eisenbahnmaschine mit einer Erfassungseinrichtung zum Erkennen von in einem Überwachungsbereich befindlichen Objek-

ten.

**[0009]** 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.

**[0010]** Aufgrund der wenig anschaulichen bzw. verständlichen Informationsausgabe von Warnsignalen an einen Fahrzeugführer eines Schienenfahrzeugs sind die im Stand der Technik genannten Kollisionsvermeidungssysteme oder Kollisionswarnsysteme stets gewissen Sicherheitseinschränkungen unterworfen.

**[0011]** Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Kollisionsvermeidungssystem der eingangs genannten Art in vorteilhafter Weise weiterzubilden, insbesondere dahingehend, dass die Interaktionsfähigkeit des Kollisionsvermeidungssystems mit einem Fahrzeugführer verbessert wird.

**[0012]** Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch ein Kollisionsvermeidungssystem mit den Merkmalen des Anspruchs 1. Danach ist vorgesehen, dass ein Kollisionsvermeidungssystem für ein Fahrzeug, insbesondere ein Schienenfahrzeug bereitgestellt wird, mit mehreren Sensoreinrichtungen zur jeweiligen Erfassung von wenigstens einem Objekt außerhalb des Fahrzeugs und zur Erzeugung entsprechender Objektdaten, wobei die Sensoreinrichtungen an verschiedenen Sensorpositionen an dem Fahrzeug angeordnet sind, 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, die mit dem Schnittstellenelement und den Sensoreinrichtungen in Datenverbindung steht, wobei mittels der Auswertungseinrichtung die von dem Schnittstellenelement bereitgestellten Betriebsparameter sowie die Objektdaten auswertbar sind und im Falle einer bevorstehenden Kollision zwischen Objekt und Fahrzeug wenigstens ein Kollisionsvermeidungssignal an wenigstens eine Kollisionsvermeidungseinrichtung übertragbar ist, wobei die Kollisionsvermeidungseinrichtung mehrere Ausgabeeinrichtungen zur Ausgabe des Kollisionsvermeidungssignals an wenigstens einen Fahrzeugführer aufweist, das von einer oder mehreren Ausgabeeinrichtungen derart ausgebar ist, dass das Kollisionsvermeidungssignal einer oder mehreren korrespondierenden Sensorpositionen zugeordnet ist.

**[0013]** Die Erfindung basiert auf dem Grundgedanken, dass an einen Fahrzeugführer eines Fahrzeugs im Falle einer bevorstehenden Kollision mit einem Objekt ein zuordenbares Kollisionsvermeidungssignal ausgegeben wird. Das Fahrzeug ist im Übrigen als Schienenfahrzeug ausgebildet. Dieses zuordenbare Kollisionsvermeidungssignal

dungssignal kann dem Fahrer zusätzliche Informationen zur Position des Objekts bezogen auf das Fahrzeug bereitstellen. Zur Erfassung der Position des Objekts bezogen auf das Fahrzeug weist das Kollisionsvermeidungssystem daher mehrere Sensoren bzw. Sensoreinrichtungen auf. Da diese an unterschiedlichen Positionen des Fahrzeugs angeordnet sind, kann das Kollisionsvermeidungssignal neben der eigentlichen Kollisionsinformation wenigstens eine zusätzliche Information zur Position des Objekts bezogen auf das Fahrzeug aufweisen. So kann beispielsweise eine an der Fahrzeugfront angeordnete Sensoreinrichtung ein Objekt erfassen, welches sich in Fahrtrichtung vor dem Fahrzeug befindet und entsprechend durch eine oder mehrere Ausgabegeräte ausgegeben werden, die ebenfalls in der Fahrzeugführerkabine korrespondierend zu der Sensorposition vor dem Fahrzeugführer angeordnet sind. Allerdings kann es genauso gut vorgesehen sein, dass das Kollisionsvermeidungssignal durch eine oder mehrere Ausgabegeräte ausgegeben wird, die nicht einer entsprechenden Sensorposition zugeordnet ist, sondern lediglich das der jeweiligen Sensorposition zugeordnete Kollisionsvermeidungssignal ausgibt. Die vorstehend beschriebene Objektposition in Fahrtrichtung vor dem Fahrzeug ist rein beispielhaft zu verstehen und kann selbstverständlich auch für Objekte gelten, die hinter dem Fahrzeug oder jeweils seitlich des Fahrzeugs positioniert sind. Darüber hinaus kann vorgesehen sein, dass die Objektdaten Richtungs- und/oder Positionsdaten des Objekts umfassen, das sich relativ zu einer aktuellen Position des Fahrzeugs bewegt.

**[0014]** 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.

**[0015]** 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.

**[0016]** Im Übrigen 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 der Kollisionsvermeidungseinrichtung wesentlicher Betriebsparameter ist der Reibungskoeffizient zwischen dem Fahrzeug 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 widerspie-

gelt und einen großen Einfluss auf den Bremsweg des Fahrzeugs und dessen Kollisionswahrscheinlichkeit hat. Ferner ist die Fahrbahn entsprechend eines Gleises mit wenigstens zwei Schienen ausgebildet. Anhand der Kenntnis des Reibungskoeffizienten ist eine mögliche bzw. wahrscheinliche Kollision zwischen einem Objekt, welches an dem Verkehr teilnimmt, noch genauer bzw. realistischer durch die Auswertungseinrichtung bestimmbar. Dadurch kann die Verkehrssicherheit insbesondere im Schienenverkehr weiter verbessert werden. Weitere für den Betrieb der Kollisionsvermeidungseinrichtung sowie zur Berechnung des Fahrzeugbremswegs wichtige Betriebsparameter des Fahrzeugs sind dessen Beschleunigung, dessen Geschwindigkeit, dessen Beladung, dessen Fahrzeuggewicht, dessen Fahrtrichtung usw. Die Fahrtrichtung kann dabei insbesondere durch eine in Fahrtrichtung am Anfangsbereich des Schienenfahrzeugs angeordnete Sensoreinrichtung erfasst werden. Derartige Objekte können beispielsweise nur temporär verkehrsteilnehmende Objekte wie andere Fahrzeuge oder Fußgänger, Verkehrszeichen (z.B. Warnschilder) und/oder Verkehrseinrichtungen (wie Lichtzeichenanlagen) sein. Die Sensoreinrichtung zur Erfassung von wenigstens einem Objekt außerhalb des Fahrzeugs ist als Radareinrichtung, LIDAR-Einrichtung, Kameraeinrichtung, Infrarot-Kameraeinrichtung, Nachtsicht-Kameraeinrichtung, Stereo-Kameraeinrichtung und/oder Ultraschall-Distanzsensor oder als jegliche Kombination dieser Sensoreinrichtungen ausgebildet.

**[0017]** Im Übrigen kann vorgesehen sein, dass das Kollisionsvermeidungssystem und/oder das Fahrzeug wenigstens eine Einrichtung zur kontinuierlichen 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 kontinuierlichen Ermittlung der Reibungskoeffizienten wenigstens einer entsprechenden 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 kontinuierlichen 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. 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 kontinuierlichen 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 kontinuierlichen Ermittlung der Reibungskoeffizienten mehrere der zuvor genannten Sensoreinrichtungen aufweist, ist es denkbar, dass diese die ermittelten Reibungskoeffizienten mittelt. Weiter ist vorstellbar, dass die Einrichtung zur kontinuierlichen Ermittlung der Reibungskoeffizienten mit dem Schnittstellenelement in Datenverbindung steht und mittels welcher die kontinuierlich ermittelten Reibungskoeffizienten an das Schnittstellenelement übertragbar sind. Darüber hinaus ist denkbar, dass mittels einer Datenübertragungsschnittstelle des Fahrzeugs Reibungskoeffizienten von einem oder mehreren Fahrzeugen und/oder einem zentralen Fahrzeugüberwachungsserver empfangbar sind und an das Schnittstellenelement übertragbar sind.

**[0018]** Weiter ist vorstellbar, dass das Kollisionsvermeidungssystem wenigstens eine Recheneinrichtung zur Berechnung wenigstens eines Fahrzeugbremsweges und zur Erzeugung entsprechender Fahrzeugbremswegdaten aufweist, wobei die Berechnung des Fahrzeugbremsweges wenigstens teilweise auf der Grundlage eines oder mehrerer Reibungskoeffizienten durchführbar ist. Die Berechnung des Fahrzeugbremswegs erfolgt während dem Fahrbetrieb des Fahrzeugs kontinuierlich oder in bestimmbaren Intervallen. Diese Berechnung trägt maßgeblich zur Erhöhung der Fahrzeugsicherheit und damit auch zur Verkehrssicherheit allgemein bei, da durch Kenntnis des aktuellen Brems-

weges eine wesentlich genauere und aufschlussreichere Bewertung einer möglichen bevorstehenden Kollisionssituation des Fahrzeugs mit einem Objekt vornehmbar ist. Die Berechnung des Bremsweges kann beispielsweise dann aktualisiert werden, wenn der Recheneinrichtung ein aktualisierter Reibungskoeffizient mittels des Schnittstellenelements bereitgestellt wird. Allerdings kann die Berechnung des Bremsweges auch in regelmäßigen Intervallen unabhängig einer Bedingung eines aktuellen Reibungskoeffizienten durchgeführt werden. Weitere Betriebsparameter, welche der Recheneinrichtung über das Schnittstellenelement bereitstellbar sind, sind die aktuelle Fahrzeuggeschwindigkeit, Fahrzeugbeschleunigung, Fahrzeuggewicht, Fahrzeugbelastung, Fahrtrichtung usw. Die Fahrtrichtung kann dabei insbesondere durch eine in Fahrtrichtung am Anfangsbereich des Schienenfahrzeugs angeordnete Sensoreinrichtung erfasst werden. Die Neuberechnung des Bremsweges kann beispielsweise dann aktualisiert werden, wenn der Recheneinrichtung wenigstens ein aktualisierter, zusätzlicher Betriebsparameter mittels des Schnittstellenelements bereitgestellt wird.

**[0019]** Zudem ist denkbar, dass mittels der Recheneinrichtung wenigstens teilweise auf der Grundlage eines oder mehrerer Reibungskoeffizienten ein erster Fahrzeugbremsweg berechenbar ist, der einer Normalbetriebsbremszone des Fahrzeugs zugeordnet ist, und wobei mittels der Recheneinrichtung wenigstens teilweise auf der Grundlage eines oder mehrerer Reibungskoeffizienten ein zweiter Fahrzeugbremsweg berechenbar ist, der einer Notfallbetriebsbremszone des Fahrzeugs zugeordnet ist. Die Zuordnung des Bremsweges bezüglich einer Normalbetriebsbremszone und einer Notfallbetriebsbremszone ist für eine zielgerichtete Ausgabe des Kollisionsvermeidungssignals sehr wichtig. Demnach kann das Kollisionsvermeidungssystem jederzeit bzw. in Echtzeit die entsprechenden Bremszonen bestimmen und den Fahrzeugführer wesentlich detaillierter über die zu erwartende Kollision informieren. Eine derartige Zuordnung erhöht somit die Fahrzeugsicherheit erheblich.

**[0020]** Außerdem ist möglich, dass mittels der Recheneinrichtung auf der Grundlage der berechneten Normalbetriebsbremszone und der Notfallbetriebsbremszone eine Fahrzeugführerwarnzone und eine Objektwarnzone berechenbar sind. Diese beiden zusätzlich berechneten Zonen erhöhen die Systemsicherheit weiterhin, da der Fahrzeugführer in gewissen Situationen bereits gewarnt werden kann, in denen er das kollisionsgefährdende Objekt z.B. noch gar nicht wahrnimmt. Durch das Wissen einer möglicherweise bevorstehenden Kollision kann er so seine volle Aufmerksamkeit der aktuellen Verkehrssituation widmen, was in einer verbesserten Verkehrssicherheit resultiert. Die Objektwarnzone ist deshalb besonders vorteilhaft, weil ein dieser Zone zugeordnetes Objekt (z.B. ein Mensch oder ein Tier) zunächst gewarnt werden kann und so relativ einfach, schnell und ohne Schaden an Fahrzeug und Objekt eine mögliche

Kollision vermieden werden kann.

**[0021]** Darüber hinaus ist denkbar, dass mittels der Auswertungseinrichtung die Objektdaten der Notfallbetriebsbremszone, Normalbetriebsbremszone, Fahrzeugführerwarnzone und/oder Objektwarnzone zuordenbar sind und daraus das Kollisionsvermeidungssignal erzeugbar ist. Die Zuordnung der Objektdaten bezüglich einer bestimmten Zone vereinfacht den Betriebsablauf des Kollisionsvermeidungssystems zum einen. Ferner erhöht eine derartige Zuordnung die Eindeutigkeit der durch das Kollisionsvermeidungssystem auszuführenden Handlungen andererseits. Denn dem System sind zu jeder Zeit zu jedem Objekt eindeutige Zonen bekannt, die von dem System eine eindeutige Handlung erfordern. Dadurch kann die Fehlerwahrscheinlichkeit des Kollisionsvermeidungssystems weiter gesenkt und entsprechend die Funktionssicherheit bzw. dessen Funktionszuverlässigkeit weiter erhöht werden. Ferner kann vorgesehen sein, dass die Auswertungseinrichtung zur Zuordnung der Objektdaten bezüglich der vorstehend beschriebenen Zonen eine Zuordnungseinrichtung aufweist. Des Weiteren kann vorgesehen sein, dass mittels der Auswertungseinrichtung auf der Grundlage der Objektdaten das dynamische Verhalten des Objekts in Form einer Objekt-Geschwindigkeit, einer Objekt-Beschleunigung und/oder einer Objekt-Bewegungsbahn bestimmbar ist. Ebenfalls ist vorstellbar, dass mittels der Auswertungseinrichtung auf der Grundlage des bestimmten dynamischen Verhaltens des Objektes wenigstens eine zukünftige Objekt-Bewegungsbahn bestimmbar ist. Hierdurch kann mittels der Auswertungseinrichtung auf das zukünftige dynamische Verhalten des Objektes noch genauer geschlossen werden, was sich wiederum positiv auf die Gesamtgenauigkeit des Kollisionsvermeidungssystems auswirkt. Zudem ist es vorstellbar, dass die Recheneinrichtung ein Bestandteil der Auswertungseinrichtung ist. Mittels des dynamischen Verhaltens des Objekts kann folglich die Zuordnung der Objektdaten noch genauer und realistischer ausgebildet werden, wodurch das Kollisionsvermeidungssignal noch zielgerichteter und früher an den Fahrzeugführer und das Objekt ausgegeben werden kann.

**[0022]** Weiterhin ist möglich, dass die Ausgabeeinrichtungen in Form von akustischen und/oder optischen Ausgabeeinrichtungen ausgebildet sind, wobei die akustischen Ausgabeeinrichtungen in wenigstens einer Fahrzeugführerkabine derart angeordnet sind, dass sie den Fahrzeugführer umgeben, und wobei die optischen Ausgabeeinrichtungen derart in der Fahrzeugführerkabine angeordnet sind, dass sie sich in einem Sichtfeld des Fahrzeugführers befinden. Die umgebende Anordnung der akustischen Ausgabeeinrichtungen hat insbesondere den Vorteil, dass das Kollisionsvermeidungssignal dem Fahrzeugführer dimensional ausgegeben werden kann. Demzufolge kann die Position eines Objekts bezogen auf das Fahrzeug in einer der jeweiligen Sensorposition korrespondierenden Anordnung gemäß Fahrzeugführer und akustischer Ausgabeeinrichtung ausge-

geben werden. Damit können dem Fahrzeugführer noch realistischere und genauere Informationen über eine möglicherweise stattfindende Kollision ausgegeben werden. Im Übrigen haben die akustischen Ausgabeeinrichtungen den Vorteil, dass der Fahrer bei vollem Informationsgehalt seine Augen nicht von der Fahrbahn richten muss. Mittels der optischen Ausgabeeinrichtungen können die verfügbaren Informationen für den Fahrzeugführer noch deutlicher erkennbar ausgegeben werden. Im Übrigen wird durch die optischen Ausgabeeinrichtungen eine für die Verkehrssicherheit des Kollisionsvermeidungssystems wichtige redundante Ausgabeeinrichtung bereitgestellt. Im Übrigen können dem Fahrzeugführer besonders deutlich erkennbare Signalfarben 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 Kollisionsvermeidungssignal auf eine Frontscheibe projizieren.

**[0023]** Zusätzlich kann vorgesehen sein, dass die Kollisionsvermeidungseinrichtung wenigstens eine optische Objektwarneinrichtung und wenigstens eine akustische Objektwarneinrichtung aufweist. Die optische und akustische Objektwarneinrichtung ist insbesondere bei lebenden Objekten besonders vorteilhaft, weil diese auf die akustischen und optischen Warnungen ausgehend von der Objektwarneinrichtung sehr schnell reagieren können. Somit können Kollisionen schon deutlich vor einem kritischen Stadium abgewendet werden, da das gewarnte Objekt instinktiv den kollisionsgefährdenden Bereich bzw. die durch das Kollisionsvermeidungssystem definierten Zonen schnell verlässt. Ein derartige Objektwarneinrichtung sorgt somit für eine weitere Verbesserung der Sicherheit des Kollisionsvermeidungssystems.

**[0024]** Ferner ist vorstellbar, dass wenn mittels der Auswertungseinrichtung die Objektdaten der Notfallbetriebsbremszone zugeordnet sind, das Kollisionsvermeidungssignal in Form eines Notfallbetriebsbremsbefehls derart von einer oder mehreren optischen und/oder akustischen Ausgabeeinrichtungen ausgebar ist, dass durch den Fahrzeugführer Richtungs- und/oder Positionsinformationen des Objekts relativ zur Fahrzeugposition erfassbar sind, wobei Kollisionsvermeidungssignal ferner mittels der optischen und akustischen Objektwarneinrichtung ausgebar ist. Die Ausgabe eines Notfallbetriebsbremsbefehls sorgt für eine unmissverständliche und infolge dessen auch schnelle bzw. sofortige Aufforderung an den Fahrzeugführer, eine Notbremsung einzuleiten und kann demzufolge verwendet werden, um die Notbremsung sofort und sicher durch den Fahrzeugführer auszuführen. Ebenfalls kann dem Fahrzeugführer durch eine derartige Ausgabe die Sicherheitsinformation ausgegeben werden, dass trotz des sofortigen Notfallbetriebsbremsbefehls eine Kollision nach wie vor vermeidbar ist, da die Notfallbetriebsbremszone stets eine gewisse Sicherheitstoleranzzone umfasst. Im Übrigen wird dem Fahrzeugführer durch das Wissen um die Po-

sition des kollisionsgefährdenden Objekts eine noch fundiertere Möglichkeit der Einschätzung und der Reaktion auf die möglicherweise bevorstehende Kollision bereitgestellt. Im Übrigen kann vorgesehen sein, dass die akustische Ausgabe des Kollisionsvermeidungssignals in Form eines Notfallbetriebsbremsbefehls lauter erfolgt, als wenn das Kollisionsvermeidungssignal in Antwort auf die Zuordnung der Objektdaten der Normalbetriebsbremszone, Fahrzeugführerwarnzone und/oder Objektwarnzone ausgegeben wird. Ferner kann diesbezüglich vorgesehen sein, dass das Kollisionsvermeidungssignal mit sinkender Entfernung zwischen Objekt und Fahrzeug kontinuierlich oder intervallartig lauter ausgegeben wird. Außerdem ist vorstellbar, dass die optische Ausgabe des Kollisionsvermeidungssignals in Form eines Notfallbetriebsbremsbefehls heller erfolgt, als wenn das Kollisionsvermeidungssignal in Antwort auf die Zuordnung der Objektdaten der Normalbetriebsbremszone, Fahrzeugführerwarnzone und/oder Objektwarnzone ausgegeben wird. Ferner ist demnach vorstellbar, dass das Kollisionsvermeidungssignal mit sinkender Entfernung zwischen Objekt und Fahrzeug kontinuierlich oder intervallartig heller bzw. deutlicher und/oder kontrastreicher sichtbar ausgegeben wird. In einer derartigen Notfallsituation das Kollisionsvermeidungssignal zusätzlich an das Objekt auszugeben ist ebenfalls im Sinne einer Erhöhung der Verkehrssicherheit besonders wichtig. Schließlich kann dem Objekt trotz dessen Zuordnung bezüglich einer Notfallbetriebsbremszone immer noch genügend Zeit bleiben um eine Kollision mit dem Fahrzeug möglichst einfach und schnell zu vermeiden.

**[0025]** Auch denkbar ist, dass wenn mittels der Auswertungseinrichtung die Objektdaten der Notfallbetriebsbremszone zugeordnet sind und wenn der Fahrzeugführer innerhalb einer bestimmten Zeitspanne nicht auf das Kollisionsvermeidungssignal reagiert, mittels der Kollisionsvermeidungseinrichtung eine Bremsanlage des Fahrzeugs automatisch in den Notfallbetriebsmodus überführbar ist und das Kollisionsvermeidungssignal ferner mittels der optischen und akustischen Objektwarn-  
 einrichtung ausgebar ist. Die automatische Überführung der Bremsanlage des Fahrzeugs in den Notfallbetriebsmodus ist für eine Verbesserung der Fahrzeugsicherheit besonders wichtig und vorteilhaft. Darüber hinaus kann mittels der automatischen Überführung eine weitere redundante Rückfallebene vorgesehen werden, welche für die Erhöhung der Fahrzeug- und Verkehrssicherheit besonders wichtig und vorteilhaft ist. In einer derartigen Notfallsituation das Kollisionsvermeidungssignal zusätzlich an das Objekt auszugeben ist ebenfalls im Sinne einer Erhöhung der Verkehrssicherheit besonders wichtig.

**[0026]** Überdies ist möglich, dass wenn mittels der Auswertungseinrichtung die Objektdaten der Normalbetriebsbremszone zugeordnet sind, das Kollisionsvermeidungssignal in Form eines Normalbetriebsbremsbefehls derart von einer oder mehreren optischen und/oder akustischen Ausgabeeinrichtungen ausgebar ist, dass durch

den Fahrzeugführer Richtungs- und/oder Positionsinformationen des Objekts relativ zur Fahrzeugposition erfassbar sind, wobei das Kollisionsvermeidungssignal ferner mittels der optischen und akustischen Objektwarn-  
 einrichtung ausgebar ist. Die Ausgabe eines Normalbetriebsbremsbefehls an den Fahrzeugführer sorgt für eine unmissverständliche und infolge dessen auch schnelle bzw. sofortige Aufforderung an den Fahrzeugführer, eine Betriebsbremsung einzuleiten. Die derartige Aufforderung kann demzufolge verwendet werden, um die Normalbetriebsbremsung sofort und sicher durch den Fahrzeugführer auszuführen. Ebenfalls kann dem Fahrzeugführer durch eine derartige Ausgabe die Sicherheitsinformation ausgegeben werden, dass trotz des sofortig auszuführenden Normalbetriebsbremsbefehls eine Kollision nach wie vor vermeidbar ist, da sich das Objekt noch nicht in der Notfallbetriebsbremszone befindet. Im Übrigen wird dem Fahrzeugführer durch das Wissen um die Position des kollisionsgefährdenden Objekts eine noch fundiertere Möglichkeit der Einschätzung und der Reaktion auf die möglicherweise bevorstehende Kollision bereitgestellt. Im Übrigen kann vorgesehen sein, dass die akustische Ausgabe des Kollisionsvermeidungssignals in Form eines Normalbetriebsbremsbefehls lauter erfolgt, als wenn das Kollisionsvermeidungssignal in Antwort auf die Zuordnung der Objektdaten der Fahrzeugführerwarnzone und/oder Objektwarnzone ausgegeben wird. Ferner kann diesbezüglich vorgesehen sein, dass das Kollisionsvermeidungssignal mit sinkender Entfernung zwischen Objekt und Fahrzeug kontinuierlich oder intervallartig lauter ausgegeben wird. Außerdem ist vorstellbar, dass die optische Ausgabe des Kollisionsvermeidungssignals in Form eines Normalbetriebsbremsbefehls heller erfolgt, als wenn das Kollisionsvermeidungssignal in Antwort auf die Zuordnung der Objektdaten der Fahrzeugführerwarnzone und/oder Objektwarnzone ausgegeben wird. Ferner ist demnach vorstellbar, dass dieses Kollisionsvermeidungssignal mit sinkender Entfernung zwischen Objekt und Fahrzeug kontinuierlich oder intervallartig heller bzw. deutlicher und/oder kontrastreicher sichtbar ausgegeben wird. In einer derartigen Normalbetriebssituation das Kollisionsvermeidungssignal zusätzlich an das Objekt auszugeben ist ebenfalls im Sinne einer Erhöhung der Verkehrssicherheit besonders wichtig. Schließlich kann dem Objekt trotz dessen Zuordnung bezüglich einer Normalbetriebsbremszone immer noch genügend Zeit bleiben um eine Kollision mit dem Fahrzeug von sich aus zu vermeiden.

**[0027]** Weiter kann vorgesehen sein, dass wenn mittels der Auswertungseinrichtung die Objektdaten der Normalbetriebsbremszone zugeordnet sind und wenn der Fahrzeugführer innerhalb einer bestimmten Zeitspanne nicht auf das Kollisionsvermeidungssignal reagiert, mittels der Kollisionsvermeidungseinrichtung die Bremsanlage des Fahrzeugs automatisch in den Normalbetriebsmodus überführbar ist und das Kollisionsvermeidungssignal ferner mittels der optischen und akustischen Objektwarneinrichtung ausgebar ist. Die auto-

matische Überführung der Bremsanlage des Fahrzeugs in den Normalbetriebsbremsmodus ist für eine Verbesserung der Fahrzeugsicherheit besonders wichtig und vorteilhaft. Darüber hinaus kann mittels der automatischen Überführung eine weitere redundante Rückfallebene vorgesehen werden, welche für die Erhöhung der Fahrzeug- und Verkehrssicherheit besonders wichtig und vorteilhaft ist. In einer derartigen Normalbetriebssituation das Kollisionsvermeidungssignal zusätzlich an das Objekt auszugeben ist ebenfalls im Sinne einer Erhöhung der Verkehrssicherheit besonders wichtig. Zudem ist in diesem Zusammenhang vorstellbar ist, dass wenn mittels der Auswertungseinrichtung die Objektdaten der Fahrzeugführerwarnzone zugeordnet sind, das Kollisionsvermeidungssignal in Form eines Normalbetriebsbremsbefehls von einer oder mehreren optischen und/oder akustischen Ausgabeeinrichtungen ausgegeben wird. Das Kollisionsvermeidungssignal ist derart ausgegeben, dass durch den Fahrzeugführer ebenfalls Richtungs- und/oder Positionsinformationen des Objekts relativ zur Fahrzeugposition erfassbar sind. Ferner ist das Kollisionsvermeidungssignal auch wiederum mittels der optischen und akustischen Objektwarneinrichtung ausgegeben. Des Weiteren betrifft die vorliegende Erfindung ein Verfahren zum Betrieb wenigstens eines Kollisionsvermeidungssystems, das in wenigstens einem Fahrzeug, insbesondere ein Schienenfahrzeug, verbaut ist, wobei das Verfahren die folgenden Schritte umfasst:

- Erfassen von wenigstens einem Objekt außerhalb des Fahrzeugs mittels einer oder mehreren Sensoreinrichtungen und Erzeugen entsprechender Objektdaten, wobei die Sensoreinrichtungen an verschiedenen Sensorpositionen an dem Fahrzeug angeordnet werden;
- Bereitstellen mehrerer Betriebsparameter des Fahrzeugs;
- Auswerten der bereitgestellten Betriebsparameter sowie der Objektdaten;
- Übertragen wenigstens eines Kollisionsvermeidungssignals an wenigstens eine Kollisionsvermeidungseinrichtung im Falle einer bevorstehenden Kollision zwischen Objekt und Fahrzeug, wobei die Kollisionsvermeidungseinrichtung mehrere Ausgabeeinrichtungen aufweist;
- Ausgabe des Kollisionsvermeidungssignals an wenigstens einen Fahrzeugführer mittels einer oder mehreren der Ausgabeeinrichtungen derart, dass das Kollisionsvermeidungssignal einer oder mehreren korrespondierenden Sensorpositionen zugeordnet wird.

**[0028]** Sämtliche im Zusammenhang mit dem vorstehend beschriebenen erfindungsgemäßen Kollisionsvermeidungssystem sowie seiner möglichen Ausführungsformen offenbarten strukturellen und funktionellen Merkmale können allein oder in Kombination auch beim erfindungsgemäßen Verfahren zum Betrieb des Kollisions-

vermeidungssystems vorgesehen sein und die damit in Zusammenhang stehenden Vorteile erzielt werden.

**[0029]** In diesem Zusammenhang ist es demnach denkbar, dass die Betriebsparameter einen oder mehrere Reibungskoeffizienten zwischen dem Fahrzeug und wenigstens einer das Fahrzeug tragenden Fahrbahn umfassen.

**[0030]** Des Weiteren ist möglich, dass wenigstens ein Fahrzeugbremsweg berechnet wird und entsprechende Fahrzeugbremswegdaten erzeugt werden, wobei der Fahrzeugbremsweg wenigstens teilweise auf der Grundlage eines oder mehrerer Reibungskoeffizienten berechnet wird.

**[0031]** Ferner denkbar ist, dass wenigstens teilweise auf der Grundlage eines oder mehrerer Reibungskoeffizienten ein erster Fahrzeugbremsweg berechnet wird, der einer Normalbetriebsbremszone des Fahrzeugs zugeordnet wird, und ferner wenigstens teilweise auf der Grundlage eines oder mehrerer Reibungskoeffizienten ein zweiter Fahrzeugbremsweg berechnet wird, der einer Notfallbetriebsbremszone des Fahrzeugs zugeordnet wird.

**[0032]** Auch ist möglich, dass auf der Grundlage der berechneten Normalbetriebsbremszone und der Notfallbetriebsbremszone eine Fahrzeugführerwarnzone und eine Objektwarnzone berechnet werden.

**[0033]** Weiter kann vorgesehen sein, dass auf der Grundlage der Objektdaten das dynamische Verhalten des Objekts in Form einer Objekt-Geschwindigkeit, einer Objekt-Beschleunigung und/oder einer Objekt-Bewegungsbahn bestimmt wird.

**[0034]** Zudem vorstellbar ist, dass auf der Grundlage des bestimmten dynamischen Verhaltens des Objektes wenigstens eine zukünftige Objekt-Bewegungsbahn bestimmt wird.

**[0035]** Ebenso ist denkbar, dass die Objektdaten der Notfallbetriebsbremszone, Normalbetriebsbremszone, Fahrzeugführerwarnzone und/oder Objektwarnzone zugeordnet werden und daraus das Kollisionsvermeidungssignal erzeugt wird.

**[0036]** Des Weiteren ist möglich, dass wenn die Objektdaten der Notfallbetriebsbremszone zugeordnet werden, das Kollisionsvermeidungssignal in Form eines Notfallbetriebsbremsbefehls derart ausgegeben wird, dass der Fahrzeugführer Richtungs- und/oder Positionsinformationen des Objekts relativ zur Fahrzeugposition erfassen kann, wobei das Kollisionsvermeidungssignal ferner optisch und akustisch an das Objekt ausgegeben wird.

**[0037]** Im Übrigen vorstellbar ist, dass wenn die Objektdaten der Notfallbetriebsbremszone zugeordnet werden und wenn der Fahrzeugführer innerhalb einer bestimmten Zeitspanne nicht auf das Kollisionsvermeidungssignal reagiert, die Bremsanlage des Fahrzeugs automatisch in den Notfallbetriebsmodus überführt wird und das Kollisionsvermeidungssignal ferner optisch und akustisch an das Objekt ausgegeben wird.

**[0038]** Ferner ist denkbar, dass wenn die Objektdaten der Normalbetriebsbremszone zugeordnet werden, das

Kollisionsvermeidungssignal in Form eines Normalbetriebsbremsbefehls derart ausgegeben wird, dass der Fahrzeugführer die Richtungs- und/oder Positionsinformationen des Objekts relativ zur Fahrzeugposition erfassen kann, wobei das Kollisionsvermeidungssignal ferner optisch und akustisch an das Objekt ausgegeben wird.

**[0039]** Zusätzlich ist möglich, dass wenn die Objektdaten der Normalbetriebsbremszone zugeordnet werden und wenn der Fahrzeugführer innerhalb einer bestimmten Zeitspanne nicht auf das Kollisionsvermeidungssignal reagiert, die Bremsanlage des Fahrzeugs automatisch in den Normalbetriebsmodus überführt wird und das Kollisionsvermeidungssignal ferner optisch und akustisch an das Objekt ausgegeben wird.

**[0040]** Außerdem kann vorgesehen sein, dass wenn die Objektdaten der Fahrzeugführerwarnzone zugeordnet werden, das Kollisionsvermeidungssignal in Form eines Normalbetriebsbremsbefehls derart ausgegeben wird, dass der Fahrzeugführer die Richtungs- und/oder Positionsinformationen des Objekts relativ zur Fahrzeugposition erfassen kann und das Kollisionsvermeidungssignal ferner optisch und akustisch an das Objekt ausgegeben wird.

**[0041]** Des Weiteren betrifft die vorliegende Erfindung ein Fahrzeug, insbesondere Schienenfahrzeug mit einem Kollisionsvermeidungssystem wie vorstehend beschrieben.

**[0042]** Weitere Einzelheiten und Vorteile der Erfindung sollen nun anhand eines in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert werden.

**[0043]** Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Kollisionsvermeidungssystems; und

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

**[0044]** Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung eines Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Kollisionsvermeidungssystems 10.

**[0045]** Das Kollisionsvermeidungssystem 10 ist in einem Schienenfahrzeug 12 verbaut.

**[0046]** Das Kollisionsvermeidungssystem 10 weist mehrere Sensoreinrichtungen 14 zur jeweiligen Erfassung von einem Objekt O außerhalb des Fahrzeugs 12 und zur Erzeugung entsprechender Objektdaten auf.

**[0047]** Die Sensoreinrichtungen 14 sind gemäß Fig. 1 an verschiedenen Sensorpositionen P an dem Fahrzeug 12 angeordnet.

**[0048]** Die Sensoreinrichtungen 14 in einem Anfangsbereich und in einem Endbereich (bezogen auf die Fahrtrichtung) des Schienenfahrzeugs 12 weisen jeweils eine Fernbereich-Radareinrichtung, eine Nahbereich-Radareinrichtung, eine LIDAR-Einrichtung (engl. für Light Detection and Ranging), sowie eine Stereo-Kameraeinrich-

tung auf.

**[0049]** Mittels der Fernbereich-Radareinrichtung sind Objekte O außerhalb des Fahrzeugs 12 in einer Entfernung von bis zu ca. 300 m erfassbar.

**[0050]** Die Fernbereich-Radareinrichtung weist einen horizontalen Abstrahlwinkel bezogen auf eine Längsachse des Fahrzeugs 12 von ca.  $-10^\circ$  bis ca.  $+10^\circ$  auf.

**[0051]** Ferner weist die Fernbereich-Radareinrichtung einen vertikalen Abstrahlwinkel bezogen auf eine Längsachse des Fahrzeugs 12 von ca.  $-20^\circ$  bis ca.  $+20^\circ$  auf.

**[0052]** Zudem sind mittels der Nahbereich-Radareinrichtung Objekte O außerhalb des Fahrzeugs 12 in einer Entfernung von bis zu ca. 100 m erfassbar.

**[0053]** Die Nahbereich-Radareinrichtung weist einen horizontalen Abstrahlwinkel bezogen auf eine Längsachse des Fahrzeugs 12 von ca.  $-60^\circ$  bis ca.  $+60^\circ$  auf.

**[0054]** Ferner weist die Nahbereich-Radareinrichtung einen vertikalen Abstrahlwinkel bezogen auf eine Längsachse des Fahrzeugs 12 von ca.  $-10^\circ$  bis ca.  $+10^\circ$  auf.

**[0055]** Im Übrigen kann das Schienenfahrzeug 12 in seinen beiden Seitenbereichen (bezogen auf die Fahrtrichtung) mehrere Sensoreinrichtungen 14 an entsprechenden Sensorpositionen P aufweisen.

**[0056]** Die in Fig. 1 gezeigte Anzahl an Sensoreinrichtungen 14 und deren jeweilige Sensorpositionen sind rein beispielhaft zu verstehen.

**[0057]** Die in den Seitenbereichen angeordneten Sensoreinrichtungen 14 können jeweils eine Nahbereich-Radareinrichtung, eine LIDAR-Einrichtung (engl. für Light Detection and Ranging), sowie eine Kameraeinrichtung bzw. Stereo-Kameraeinrichtung aufweisen.

**[0058]** Zusätzlich kann die Sensoreinrichtung 14 an der jeweiligen Sensorposition eine Infrarot-Kameraeinrichtung, eine Nachtsicht-Kameraeinrichtung oder einen Ultraschall-Distanzsensor aufweisen.

**[0059]** Die Sensoreinrichtungen 14 können jeweils auch in Form von sämtlichen Kombinationen dieser Sensoreinrichtungen 14 ausgebildet sein.

**[0060]** Die Sensoreinrichtung 14 kann allerdings auch an den zuvor genannten Sensorpositionen P wenigstens teilweise in einem Dachbereich des Schienenfahrzeugs angeordnet sein.

**[0061]** Das Kollisionsvermeidungssystem 10 weist weiter ein Schnittstellenelement 16 zur Bereitstellung mehrerer Betriebsparameter des Fahrzeugs 12 auf.

**[0062]** Das Schnittstellenelement 16 ist zum Anschluss an ein Datenversorgungssystem vorgesehen bzw. ausgebildet, hier ans Bordnetz bzw. ans Feldbus-system, welches ebenfalls Bestandteil des Schienenfahrzeugs 12 ist.

**[0063]** Durch das Schnittstellenelement 16 erfolgt die Bereitstellung mehrerer Betriebsparameter des Fahrzeugs 12 im Kollisionsvermeidungssystem 10.

**[0064]** Das Kollisionsvermeidungssystem 10 weist eine Auswertungseinrichtung 18 auf.

**[0065]** Die Auswertungseinrichtung 18 ist als Datenverarbeitungseinrichtung für die Objektdaten und die Betriebsparameter ausgestaltet.

**[0066]** Die Auswertungseinrichtung 18 kann ferner eine Bildverarbeitungs- bzw. Bildauswertungseinrichtung für die Objektdaten aufweisen.

**[0067]** Zudem ist es denkbar, dass die Auswertungseinrichtung 18 eine Künstliche-Intelligenz-Einrichtung und/oder ein neuronales Netz aufweist.

**[0068]** Ferner kann die Auswertungseinrichtung 18 als selbstlernende Auswertungseinrichtung 18 ausgebildet sein.

**[0069]** Die Auswertungseinrichtung 18 steht mit dem Schnittstellenelement 16 und den Sensoreinrichtungen 14 in Datenverbindung.

**[0070]** Das Kollisionsvermeidungssystem 10 weist eine Kollisionsvermeidungseinrichtung 20 auf.

**[0071]** Die Kollisionsvermeidungseinrichtung 20 wiederum weist mehrere Ausgabeeinrichtungen 22 zur Ausgabe des Kollisionsvermeidungssignals an einen Fahrzeugführer F auf.

**[0072]** Die Ausgabeeinrichtungen 22 sind in Form von akustischen Ausgabeeinrichtungen 22a ausgebildet.

**[0073]** Die akustischen Ausgabeeinrichtungen 22a sind in Form von elektrischen Lautsprechern ausgebildet.

**[0074]** Ferner sind die Ausgabeeinrichtungen 22 jeweils in Form von optischen Ausgabeeinrichtungen 22b ausgebildet.

**[0075]** Die optischen Ausgabeeinrichtungen 22b sind jeweils in Form von Leuchtelementen ausgebildet.

**[0076]** Ferner können die optischen Ausgabeeinrichtungen 22b auch teilweise oder komplett als elektronischer Bildschirm bzw. elektronisches Display ausgebildet sein.

**[0077]** Im Übrigen umfassen die Betriebsparameter einen oder mehrere Reibungskoeffizienten zwischen dem Fahrzeug 12 und einer das Fahrzeug 12 tragenden Fahrbahn 24.

**[0078]** Die Fahrbahn ist gemäß Fig. 1 als Gleis mit zwei parallel zueinander verlaufenden Schienen gezeigt, auf denen das Schienenfahrzeug 12 im betriebsbereiten Zustand angeordnet ist.

**[0079]** Das Kollisionsvermeidungssystem 10 weist außerdem eine Recheneinrichtung 26 zur Berechnung eines Fahrzeugbremsweges und zur Erzeugung entsprechender Fahrzeugbremswegdaten auf.

**[0080]** Die Recheneinrichtung 26 ist als elektronische Recheneinrichtung 26 ausgebildet.

**[0081]** Ferner kann die Recheneinrichtung 26 auch eine elektronische Datenverarbeitungseinrichtung aufweisen.

**[0082]** Die Auswertungseinrichtung 18 weist weiter eine Zuordnungseinrichtung 28 auf.

**[0083]** Die akustischen Ausgabeeinrichtungen 22a sind darüber hinaus in einer Fahrzeugführerkabine 30 derart angeordnet, dass sie den Fahrzeugführer F in einem fahrzeugführenden Zustand umgeben.

**[0084]** Die akustischen Ausgabeeinrichtungen 22a sind an Ausgabepositionen bezogen auf den Fahrzeugführer F angeordnet, die korrespondierenden Sensorpo-

sitionen P zugeordnet sind.

**[0085]** So ist beispielsweise eine erste und eine zweite akustische Ausgabeeinrichtung 22a in Fahrtrichtung vor dem Fahrzeugführer F in der Fahrzeugkabine 30 angeordnet, die einer korrespondierenden Sensorposition P der Sensoreinrichtung 14 im Anfangsbereich des Schienenfahrzeugs 12 zugeordnet sind.

**[0086]** So ist weiter beispielsweise eine dritte und eine vierte akustische Ausgabeeinrichtung 22a in Fahrtrichtung hinter dem Fahrzeugführer F in der Fahrzeugkabine 30 angeordnet, die einer korrespondierenden Sensorposition P der Sensoreinrichtung 14 im Endbereich des Schienenfahrzeugs 12 zugeordnet sind.

**[0087]** Zusätzlich können eine oder mehrere akustische Ausgabeeinrichtung 22a in Fahrtrichtung seitlich links und seitlich rechts von dem Fahrzeugführer F in der Fahrzeugkabine 30 angeordnet, die einer oder mehreren korrespondierenden Sensorpositionen P einer oder mehrerer Sensoreinrichtung 14 im linken und rechten Seitenbereich bezogen auf die Fahrtrichtung des Schienenfahrzeugs 12 zugeordnet sind.

**[0088]** Ferner sind die optischen Ausgabeeinrichtungen 22b derart in der Fahrzeugführerkabine 30 angeordnet, dass sie sich in einem Sichtfeld des Fahrzeugführers F befinden.

**[0089]** Auch die optischen Ausgabeeinrichtungen 22b können ebenfalls korrespondierend zu den jeweiligen Sensorpositionen P der Sensoreinrichtungen 14 in der Fahrzeugführerkabine 30 vergleichbar wie die akustischen Ausgabeeinrichtungen 22a angeordnet sein.

**[0090]** Der einzige Anordnungsunterschied zu den akustischen Ausgabeeinrichtungen 22a besteht darin, dass alle optischen Ausgabeeinrichtungen 22b in Fahrtrichtung vor dem Fahrzeugführer F im fahrzeugführenden Zustand in der Fahrzeugführerkabine 30 angeordnet sind.

**[0091]** Die Kollisionsvermeidungseinrichtung 10 weist weiter eine optische Objektwarneinrichtung 32 und eine akustische Objektwarneinrichtung 34 auf.

**[0092]** Die optische Objektwarneinrichtung 32 ist als Signal- bzw. Warnleuchteinrichtung ausgebildet.

**[0093]** Die optische Objektwarneinrichtung 32 ist in einem Dachbereich des Anfangs- und Endbereichs des Schienenfahrzeugs 12 angeordnet.

**[0094]** Die akustische Objektwarneinrichtung 34 ist als Mikrofon ausgebildet.

**[0095]** Die akustische Objektwarneinrichtung 34 ist an dem Anfangs- und Endbereich des Schienenfahrzeugs 12 angeordnet.

**[0096]** Ferner weist das Schienenfahrzeug 12 eine Bremsanlage 36 auf.

**[0097]** Die Kollisionsvermeidungseinrichtung 20 steht ferner mit einer Steuerungs- und Regelungseinrichtung 38 des Fahrzeugs in Datenverbindung.

**[0098]** Im Übrigen steht auch die Auswertungseinrichtung 18 mit der Steuerungs- und Regelungseinrichtung 38 des Schienenfahrzeugs 12 in Datenverbindung.

**[0099]** Die Funktion des Kollisionsvermeidungssys-

tems 10 lässt sich nun wie folgt beschreiben:

Für einen sicheren Fahrbetrieb des Schienenfahrzeugs 12 ist der Einsatz des zuvor strukturell beschriebenen Kollisionsvermeidungssystems 10 besonders wichtig.

**[0100]** Dazu weist das Kollisionsvermeidungssystem 10 die Sensoreinrichtungen 14 auf, die dazu eingerichtet sind, die Umgebung des Schienenfahrzeugs 12 zu erfassen.

**[0101]** Die Sensoreinrichtungen 14 dienen ferner zur Erzeugung entsprechender Objektdaten bezüglich eines oder mehrerer erfassten Objekten außerhalb des Schienenfahrzeugs 12.

**[0102]** Die Objektdaten umfassen zudem Positions- und Richtungsdaten eines oder mehrerer erfassten Objekte bezogen auf eine aktuelle Position des Schienenfahrzeugs 12.

**[0103]** Die aktuell erfasste Position des Schienenfahrzeugs 12 kann der Auswertungseinrichtung 18 zur Auswertung der Objektdaten im Übrigen von einer GPS-Einrichtung (nicht in Fig. 1 gezeigt) mittels des Schnittstellenelements 16 bereitgestellt werden, da die GPS-Einrichtung ebenfalls mit dem Schnittstellenelement 16 in Datenverbindung steht.

**[0104]** 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).

**[0105]** 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.

**[0106]** 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.

**[0107]** Die erfassten Objektdaten können sodann von den jeweiligen Sensoreinrichtungen 14 an die Auswertungseinrichtung 18 direkt oder über das Schnittstellenelement 16 übertragen werden.

**[0108]** Wie vorstehend erläutert weist das Kollisionsvermeidungssystem 10 eine Recheneinrichtung 26 zur Berechnung des Fahrzeugbremsweges und zur Erzeugung entsprechender Fahrzeugbremswegdaten auf.

**[0109]** Die Berechnung des Fahrzeugbremsweges ist wenigstens teilweise auf der Grundlage eines oder mehrerer Reibungskoeffizienten durchführbar.

**[0110]** Ferner ist die Berechnung des Fahrzeugbremswegs auch anhand der weiteren Fahrzeugbetriebsparameter durchführbar.

**[0111]** Folglich führt die Recheneinrichtung 26 die Berechnung des Fahrzeugbremsweges auch noch zusätzlich anhand der weiteren Betriebsparameter durch, welche ihr mittels des Schnittstellenelements 16 bereitgestellt werden.

**[0112]** Da die Recheneinrichtung 26 ebenfalls mit der Auswertungseinrichtung 18 in Datenverbindung steht, sind mittels der Auswertungseinrichtung 18 neben den Betriebsparametern auch die Fahrzeugbremswegdaten und die Objektdaten abgleichbar und auswertbar.

**[0113]** Mittels der Recheneinrichtung 26 ist in diesem Zusammenhang wenigstens teilweise auf der Grundlage eines oder mehrerer Reibungskoeffizienten ein erster Fahrzeugbremsweg berechenbar.

**[0114]** Die Recheneinrichtung kann in diesem Zusammenhang den ersten Fahrzeugbremsweg berechnen, welcher mit der Bremsanlage 36 des Schienenfahrzeugs 12 in einem Normalbetriebsmodus erreichbar ist.

**[0115]** Dieser erste Fahrzeugbremsweg ist folglich mittels der Recheneinrichtung 26 einer Normalbetriebsbremszone des Fahrzeugs 12 zugeordnet.

**[0116]** Außerdem ist mittels der Recheneinrichtung 26 wenigstens teilweise auf der Grundlage eines oder mehrerer Reibungskoeffizienten ein zweiter Fahrzeugbremsweg berechenbar.

**[0117]** Die Recheneinrichtung kann in diesem Zusammenhang den zweiten Fahrzeugbremsweg berechnen, welcher mit der Bremsanlage 36 des Schienenfahrzeugs 12 in einem Notfallbetriebsmodus erreichbar ist.

**[0118]** Der zweite Fahrzeugbremsweg ist mittels der Recheneinrichtung 26 demzufolge einer Notfallbetriebsbremszone des Fahrzeugs zugeordnet.

**[0119]** Darüber hinaus werden mittels der Recheneinrichtung 26 auf der Grundlage der berechneten Normalbetriebsbremszone und der Notfallbetriebsbremszone eine Fahrzeugführerwarnzone und eine Objektwarnzone berechnet.

**[0120]** Die Fahrzeugbremswegdaten sowie die entsprechend zugeordneten Zonen sind somit gemäß der vorstehenden Beschreibung ebenfalls als Betriebsparameter anzusehen.

**[0121]** Wichtig für eine realistische Einordnung der Kollisionswahrscheinlichkeit zwischen Schienenfahrzeug 12 und einem oder mehreren erfassten Objekten 12 durch Kollisionsvermeidungssystem 10 ist eine Zuordnung des einen oder mehreren erfassten Objekten 12 in eine der vorstehend genannten Zonen.

**[0122]** Demzufolge sind mittels der Auswertungseinrichtung 18 die Objektdaten der Notfallbetriebsbremszone, Normalbetriebsbremszone, Fahrzeugführerwarnzone und Objektwarnzone zuordenbar.

**[0123]** Im Übrigen ist in diesem Kontext mittels der

Auswertungseinrichtung 18 aus dieser Zuordnung das Kollisionsvermeidungssignal erzeugbar.

**[0124]** Ferner kann vorgesehen sein, dass die Auswertungseinrichtung 18 zur Zuordnung der Objektdaten bezüglich der vorstehend beschriebenen Zonen eine Zuordnungseinrichtung 28 aufweisen kann.

**[0125]** Somit ist mittels der Auswertungseinrichtung 18 im Falle einer bevorstehenden Kollision zwischen Objekt O und Fahrzeug 12 ein Kollisionsvermeidungssignal an die Kollisionsvermeidungseinrichtung 20 übertragbar.

**[0126]** Das Kollisionsvermeidungssignal ist gemäß den vorstehenden Erläuterungen von einer oder mehreren Ausgabeeinrichtungen 22 derart ausgebbar, dass das Kollisionsvermeidungssignal einer oder mehreren korrespondierenden Sensorpositionen P zugeordnet ist.

**[0127]** Bezüglich der Ausgabe des Kollisionsvermeidungssignals durch die verschiedenen Ausgabeeinrichtungen 22a, 22b des Kollisionsvermeidungssystems 10 sind vor einer möglicherweise bevorstehenden Kollision zwischen Objekt O und Fahrzeug 12 mehrere Fälle denkbar, welche nachstehend beschrieben werden.

**[0128]** Für den Fall, dass mittels der Auswertungseinrichtung 18 die Objektdaten der Notfallbetriebsbremszone zugeordnet sind, ist das Kollisionsvermeidungssignal in Form eines Notfallbetriebsbremsbefehls von einer oder mehreren optischen und akustischen Ausgabeeinrichtungen 22a, 22 ausgebbbar.

**[0129]** Das Kollisionsvermeidungssignal ist sodann durch diejenigen akustischen und optischen Ausgabeeinrichtungen 22a, 22b ausgebbbar, an deren korrespondierender Sensorposition P die jeweiligen Sensoreinrichtungen 14 ein oder mehrere Objekte erfasst haben.

**[0130]** Die akustische Ausgabe durch die akustischen Ausgabeeinrichtungen 22a kann jeweils durch eine menschliche Stimme mit Informationen über das erfasste Objekt O erfolgen.

**[0131]** Ferner kann die akustische Ausgabe durch die akustischen Ausgabeeinrichtungen 22a jeweils durch ein dem erfassten Objekt O charakteristisches zugeordnetes Geräusch erfolgen.

**[0132]** Im Übrigen kann die akustische Ausgabe durch die akustischen Ausgabeeinrichtungen 22a jeweils durch einen Piepton kontinuierlich oder intervallartig erfolgen.

**[0133]** 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.

**[0134]** Die optische Ausgabe durch die optischen Ausgabeeinrichtungen 22b kann jeweils durch ein Blinken oder kontinuierliches Leuchten der jeweiligen Leuchtelemente (z.B. Leuchtdioden) erfolgen.

**[0135]** Das jeweilige Kollisionsvermeidungssignal kann ferner mit sinkender Entfernung zwischen Objekt O und Fahrzeug heller bzw. kontrastreicher ausgegeben werden bzw. mit einer höheren Blinkfrequenz ausgegeben werden.

**[0136]** Das Kollisionsvermeidungssignal kann ferner

an den Fahrzeugführer zusätzlich noch mittels einer haptischen Ausgabeeinrichtung 22c durch Vibration ausgegeben werden.

**[0137]** Das haptische Kollisionsvermeidungssignal kann ferner mit sinkender Entfernung zwischen Objekt O und Fahrzeug mittels der haptischen Ausgabeeinrichtung 22c mit einer größeren Vibrationsfrequenz und einer größeren Vibrationsamplitude ausgegeben werden.

**[0138]** Die haptische Ausgabeeinrichtung 22c kann beispielsweise Bestandteil eines Fahrschalters und/oder eines Betätigungselements der Sicherheitsfahrschaltung sein.

**[0139]** Wenn das erfasste Objekt O beispielsweise in Fahrtrichtung rechts vor dem Schienenfahrzeug 12 erfasst worden ist, wird das Kollisionsvermeidungssignal durch die in Fahrtrichtung rechts vor dem Fahrzeugführer F angeordnete erste akustische und erste optische Ausgabeeinrichtung 22a, 22b ausgegeben.

**[0140]** Wenn das erfasste Objekt O jedoch in Fahrtrichtung links vor dem Schienenfahrzeug 12 erfasst worden ist, wird das Kollisionsvermeidungssignal durch die in Fahrtrichtung links vor dem Fahrzeugführer F angeordnete zweite akustische und zweite optische Ausgabeeinrichtung 22a, 22b ausgegeben.

**[0141]** Wenn das erfasste Objekt O allerdings in Fahrtrichtung seitlich links von dem Schienenfahrzeug 12 erfasst worden ist, wird das Kollisionsvermeidungssignal durch die in Fahrtrichtung seitlich links von dem Fahrzeugführer F angeordnete dritte akustische Ausgabeeinrichtung 22a ausgegeben.

**[0142]** Dieses Kollisionsvermeidungssignal wird ferner durch die dritte optische Ausgabeeinrichtung 22b ausgegeben, die in Fahrtrichtung seitlich links und hinter der zweiten optischen Ausgabeeinrichtung 22b angeordnet ist, jedoch in einem Sichtfeld des Fahrzeugführers F, sprich in Fahrtrichtung vor ihm, angeordnet ist.

**[0143]** Wenn das erfasste Objekt O ferner in Fahrtrichtung seitlich rechts von dem Schienenfahrzeug 12 erfasst worden ist, wird das Kollisionsvermeidungssignal durch die in Fahrtrichtung seitlich rechts von dem Fahrzeugführer F angeordnete vierte akustische Ausgabeeinrichtung 22a ausgegeben.

**[0144]** Dieses Kollisionsvermeidungssignal wird ferner durch die vierte optische Ausgabeeinrichtung 22b ausgegeben, die in Fahrtrichtung seitlich rechts und hinter der ersten optischen Ausgabeeinrichtung 22b angeordnet ist, jedoch in einem Sichtfeld des Fahrzeugführers F, sprich in Fahrtrichtung vor ihm, angeordnet ist.

**[0145]** Wenn das erfasste Objekt O allerdings in Fahrtrichtung rechts hinter dem Schienenfahrzeug 12 erfasst worden ist, wird das Kollisionsvermeidungssignal durch die in Fahrtrichtung rechts hinter dem Fahrzeugführer F angeordnete fünfte akustische Ausgabeeinrichtung 22a ausgegeben.

**[0146]** Dieses Kollisionsvermeidungssignal wiederum wird ferner durch die fünfte optische Ausgabeeinrichtung 22b ausgegeben, die in Fahrtrichtung hinter der ersten optischen Ausgabeeinrichtung 22b angeordnet ist, je-

doch in einem Sichtfeld des Fahrzeugführers F, sprich in Fahrtrichtung vor ihm, angeordnet ist.

**[0147]** Wenn das erfasste Objekt O allerdings in Fahrtrichtung links hinter dem Schienenfahrzeug 12 erfasst worden ist, wird das Kollisionsvermeidungssignal durch die in Fahrtrichtung links hinter dem Fahrzeugführer F angeordnete sechste akustische Ausgabereinrichtung 22a ausgegeben.

**[0148]** Dieses Kollisionsvermeidungssignal wiederum wird durch die sechste optische Ausgabereinrichtung 22b ausgegeben, die in Fahrtrichtung hinter der zweiten optischen Ausgabereinrichtung 22b angeordnet ist, jedoch in einem Sichtfeld des Fahrzeugführers F, sprich in Fahrtrichtung vor ihm, angeordnet ist.

**[0149]** Wie vorstehend bereits beschrieben worden ist, ist das Kollisionsvermeidungssignal derart ausgebbar, dass durch den Fahrzeugführer F Richtungs- und Positionsinformationen des Objekts O relativ zur Fahrzeugposition erfassbar sind.

**[0150]** Zudem wird das Kollisionsvermeidungssignal mittels der optischen und akustischen Objektwarneinrichtung 32, 34 ausgegeben.

**[0151]** Das Kollisionsvermeidungssignal kann ferner mit sinkender Entfernung zwischen Objekt O und Fahrzeug 12 mittels der optischen und akustischen Objektwarneinrichtung 32, 34 mit steigender Helligkeit bzw. größer werdender Lautstärke an das Objekt O ausgegeben werden.

**[0152]** Für den weiteren Fall, dass mittels der Auswertungseinrichtung 18 die Objektdaten der Notfallbetriebsbremszone zugeordnet sind und wenn der Fahrzeugführer F innerhalb einer bestimmten Zeitspanne nicht auf das Kollisionsvermeidungssignal reagiert, ist mittels der Kollisionsvermeidungseinrichtung 20 oder mittels der Auswertungseinrichtung 18 die Bremsanlage 36 des Fahrzeugs 12 automatisch in den Notfallbetriebsmodus überführbar.

**[0153]** Dazu wird mittels der Auswertungseinrichtung 18 oder mittels der Kollisionsvermeidungseinrichtung 20 das Kollisionsvermeidungssignal an die Steuerungs- und Regelungseinrichtung 38 des Schienenfahrzeugs 12 übertragen, welche die Bremsanlage 36 des Fahrzeugs 12 entsprechend in den Notfallbetriebsmodus überführt.

**[0154]** Außerdem ist in diesem Fall das Kollisionsvermeidungssignal mittels der optischen und akustischen Objektwarneinrichtung 32, 34 an das Objekt ausgebbar.

**[0155]** Auch für diesen Fall kann das Kollisionsvermeidungssignal ferner mit sinkender Entfernung zwischen Objekt O und Fahrzeug 12 mittels der optischen und akustischen Objektwarneinrichtung 32, 34 mit steigender Helligkeit bzw. größer werdender Lautstärke an das Objekt O ausgegeben werden.

**[0156]** In einem weiteren Fall, wenn mittels der Auswertungseinrichtung 18 die Objektdaten der Normalbetriebsbremszone zugeordnet sind, ist das Kollisionsvermeidungssignal in Form eines Normalbetriebsbremsbefehls von einer oder mehreren optischen und akustischen Ausgabereinrichtungen 22a, 22b ausgebbar.

**[0157]** Das Kollisionsvermeidungssignal ist ebenfalls derart ausgebbar, dass durch den Fahrzeugführer F Richtungs- und Positionsinformationen des Objekts O relativ zur Fahrzeugposition erfassbar sind.

**[0158]** Das Kollisionsvermeidungssignal ist in diesem Fall außerdem mittels der optischen und akustischen Objektwarneinrichtung 32, 34 an das Objekt ausgebbar.

**[0159]** Bezüglich der Ausgabe des Kollisionsvermeidungssignals mittels der optischen und akustischen Ausgabereinrichtungen 22a, 22b bzw. Objektwarneinrichtungen 32, 34 wird in dem vorliegenden Fall der Zuordnung der Objektdaten bezüglich der Normalbetriebsbremszone auf den dementsprechenden und vorstehend beschriebenen Fall der Zuordnung der Objektdaten bezüglich der Notfallbetriebsbremszone verwiesen.

**[0160]** Für einen weiteren Fall, wenn mittels der Auswertungseinrichtung 18 die Objektdaten der Normalbetriebsbremszone zugeordnet sind und wenn der Fahrzeugführer F innerhalb einer bestimmten Zeitspanne nicht auf das Kollisionsvermeidungssignal reagiert, ist die Bremsanlage 36 des Fahrzeugs 12 mittels der Kollisionsvermeidungseinrichtung 20 oder mittels der Auswertungseinrichtung 18 automatisch in den Normalbetriebsmodus überführbar.

**[0161]** Dazu wird mittels der Auswertungseinrichtung 18 oder mittels der Kollisionsvermeidungseinrichtung 20 das Kollisionsvermeidungssignal an die Steuerungs- und Regelungseinrichtung des Schienenfahrzeugs 12 übertragen, welche die Bremsanlage 36 des Fahrzeugs 12 entsprechend in den Normalbetriebsmodus überführt.

**[0162]** Das Kollisionsvermeidungssignal ist ferner auch in diesem Fall mittels der optischen und akustischen Objektwarneinrichtung 32, 34 ausgebbar.

**[0163]** 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.

**[0164]** Gemäß eines ersten Schrittes S1 werden mittels einer oder mehreren Sensoreinrichtungen 14 ein Objekt O außerhalb des Fahrzeugs 12 erfasst und entsprechende Objektdaten erzeugt.

**[0165]** Die Sensoreinrichtungen 14 sind hierbei an verschiedenen Sensorpositionen P an dem Schienenfahrzeug 12 angeordnet.

**[0166]** In einem zweiten Schritt S2 werden mehrere Betriebsparameter des Schienenfahrzeugs 12 mittels des Schnittstellenelements 16 der Auswertungseinrichtung 18 bereitgestellt. Die Betriebsparameter umfassen ferner einen oder mehrere Reibungskoeffizienten zwischen dem Fahrzeug 12 und einer das Fahrzeug 12 tragenden Fahrbahn 24.

**[0167]** Die von dem Schnittstellenelement 16 bereitgestellten Betriebsparameter sowie die Objektdaten können sodann von der Auswertungseinrichtung 18 wie folgt ausgewertet werden:

Gemäß eines dritten Schrittes wird zunächst mittels einer Recheneinrichtung 26 ein Fahrzeugbremsweg berech-

net wird und entsprechende Fahrzeugbremswegdaten erzeugt.

**[0168]** Der Fahrzeugbremsweg wird hierbei teilweise auf der Grundlage eines oder mehrerer Reibungskoeffizienten berechnet.

**[0169]** Die Berechnung des Fahrzeugbremswegs enthält außerdem, dass teilweise auf der Grundlage eines oder mehrerer Reibungskoeffizienten ein erster Fahrzeugbremsweg berechnet wird, der einer Normalbetriebsbremszone des Fahrzeugs zugeordnet wird.

**[0170]** Die Recheneinrichtung kann in diesem Zusammenhang den ersten Fahrzeugbremsweg berechnen, welcher mit der Bremsanlage 36 des Schienenfahrzeugs 12 in einem Normalbetriebsmodus erreichbar ist und einer entsprechenden Normalbetriebsbremszone zuordnen.

**[0171]** Ferner umfasst die Berechnung des Fahrzeugbremswegs, dass teilweise auf der Grundlage eines oder mehrerer Reibungskoeffizienten ein zweiter Fahrzeugbremsweg berechnet wird, der einer Notfallbetriebsbremszone des Fahrzeugs zugeordnet wird.

**[0172]** Die Recheneinrichtung kann diesbezüglich weiter den zweiten Fahrzeugbremsweg berechnen, welcher mit der Bremsanlage 36 des Schienenfahrzeugs 12 in einem Notfallbetriebsmodus erreichbar ist und einer entsprechenden Notfallbetriebsbremszone zuordnen.

**[0173]** Weitere für die Berechnung des Fahrzeugbremswegs wichtige Betriebsparameter des Fahrzeugs sind dessen Beschleunigung, dessen Geschwindigkeit, dessen Beladung, dessen Fahrzeuggewicht, dessen Fahrtrichtung usw.

**[0174]** Die Fahrtrichtung kann dabei insbesondere durch eine in Fahrtrichtung am Anfangsbereich des Schienenfahrzeugs 12 angeordnete Sensoreinrichtung 14 erfasst werden.

**[0175]** Auf der Grundlage mittels der Recheneinrichtung 26 berechneten bzw. zugeordneten Normalbetriebsbremszone und der Notfallbetriebsbremszone kann gemäß eines vierten Schrittes S4 eine Fahrzeugführerwarnzone und eine Objektwarnzone berechnet werden.

**[0176]** Die Objektdaten werden sodann gemäß eines fünften Schrittes S5 mittels der Auswertungseinrichtung 18 einer Notfallbetriebsbremszone, Normalbetriebsbremszone, Fahrzeugführerwarnzone und einer Objektwarnzone zuordnet und wird daraus das Kollisionsvermeidungssignal erzeugt.

**[0177]** Im Falle einer bevorstehenden Kollision zwischen Objekt O und Fahrzeug 12 wird von der Auswertungseinrichtung 18 gemäß eines sechsten Schrittes ein Kollisionsvermeidungssignal an eine Kollisionsvermeidungseinrichtung 20 übertragen.

**[0178]** Die Ausgabe des Kollisionsvermeidungssignals an den Fahrzeugführer F mittels einer oder mehreren der Ausgabeeinrichtungen 22 erfolgt derart, dass das Kollisionsvermeidungssignal einer oder mehreren korrespondierenden Sensorpositionen P zugeordnet wird.

**[0179]** Die Kollisionsvermeidungseinrichtung 20 weist

dabei mehrere wie vorstehend beschriebene Ausgabeeinrichtungen 22a, 22b auf.

**[0180]** Die Ausgabe des Kollisionsvermeidungssignals an den Fahrzeugführer F kann nachstehend gemäß zwei verschiedenen grundlegenden Fällen und dementsprechenden Schritten erfolgen.

**[0181]** Für den ersten grundlegenden Fall, wenn diesbezüglich mittels der Auswertungseinrichtung 18 die Objektdaten der Notfallbetriebsbremszone zugeordnet werden, wird das Kollisionsvermeidungssignal durch die Ausgabeeinrichtungen 22 gemäß eines siebten Schrittes in Form eines Notfallbetriebsbremsbefehls ausgegeben.

**[0182]** Das Signal wird gemäß dieses siebten Schrittes S7 derart ausgegeben, dass der Fahrzeugführer F Richtungs- und Positionsinformationen des Objekts O relativ zur Fahrzeugposition erfassen kann.

**[0183]** Ferner wird gemäß eines achten Schrittes S8 das Kollisionsvermeidungssignal optisch und akustisch an das Objekt O mittels der akustischen und optischen Objektwarneinrichtung 32, 34 ausgegeben.

**[0184]** Ein weiterer diesbezüglicher Fall ergibt sich dadurch, dass wenn der Fahrzeugführer innerhalb einer bestimmten Zeitspanne nicht auf das Kollisionsvermeidungssignal reagiert und die Objektdaten mittels der Auswertungseinrichtung 18 der Notfallbetriebsbremszone zugeordnet werden.

**[0185]** Für diesen Fall wird gemäß eines neunten Schrittes S9 eine Bremsanlage 36 des Fahrzeugs 12 mittels der Steuerungs- und Regelungseinrichtung des Schienenfahrzeugs 12 automatisch in den Notfallbetriebsmodus überführt.

**[0186]** Ferner wird das Kollisionsvermeidungssignal weiterhin optisch und akustisch an das Objekt O mittels der akustischen und optischen Objektwarneinrichtung 32, 34 ausgegeben.

**[0187]** Für den zweiten grundlegenden Fall wiederum, wenn diesbezüglich mittels der Auswertungseinrichtung 18 die Objektdaten der Normalbetriebsbremszone zugeordnet werden, wird das Kollisionsvermeidungssignal durch die Ausgabeeinrichtungen 22 gemäß eines siebten Parallel-Schrittes S7.1 in Form eines Normalbetriebsbremsbefehls ausgegeben.

**[0188]** Das Signal wird gemäß dieses siebten Parallel-Schrittes S7.1 derart ausgegeben, dass der Fahrzeugführer F Richtungs- und Positionsinformationen des Objekts O relativ zur Fahrzeugposition erfassen kann.

**[0189]** Ferner wird das Kollisionsvermeidungssignal optisch und akustisch an das Objekt O mittels der optischen und akustischen Objektwarneinrichtungen 32, 34 gemäß eines achten Parallel-Schrittes S8.1 ausgegeben.

**[0190]** Ein weiterer Fall ergibt sich dadurch, dass wenn der Fahrzeugführer innerhalb einer bestimmten Zeitspanne nicht auf das Kollisionsvermeidungssignal reagiert und die Objektdaten nach wie vor mittels der Auswertungseinrichtung 18 der Normalbetriebsbremszone zugeordnet werden.

**[0191]** Für diesen Fall wird gemäß eines neunten Pa-

parallel-Schrittes S9.1 eine Bremsanlage 36 des Fahrzeugs 12 mittels der Steuerungs- und Regelungseinrichtung 38 des Schienenfahrzeugs 12 automatisch in den Normalbetriebsmodus überführt.

[0192] Ferner wird das Kollisionsvermeidungssignal weiterhin optisch und akustisch an das Objekt O mittels der akustischen und optischen Objektwarneinrichtung 32, 34 ausgegeben.

[0193] Alle vorigen beschriebenen Verfahrensschritte sind mittels des Kollisionsvermeidungssystems 10 automatisch durchführbar.

[0194] Ferner kehrt das Kollisionsvermeidungssystem nach Durchführung des neunten Schrittes S9 automatisch wieder zu Schritt 1 zurück.

[0195] Ferner ist denkbar, dass das Kollisionsvermeidungssystem 10 mehrere der Schritte S1 bis S9 parallel zueinander ausführt.

#### BEZUGSZEICHENLISTE

##### [0196]

- 10 Kollisionsvermeidungssystem
- 12 Fahrzeug, insbesondere Schienenfahrzeug
- 14 Sensoreinrichtungen
- 16 Schnittstellenelement
- 18 Auswertungseinrichtung
- 20 Kollisionsvermeidungseinrichtung
- 22 Ausgabeeinrichtungen
- 22a akustische Ausgabeeinrichtungen
- 22b optische Ausgabeeinrichtungen
- 22c haptische Ausgabeeinrichtung
- 24 Fahrbahn
- 26 Recheneinrichtung
- 28 Zuordnungseinrichtung
- 30 Fahrzeugführerkabine
- 32 optische Objektwarneinrichtung
- 34 akustische Objektwarneinrichtung
- 36 Bremsanlage
- 38 Steuerungs- und Regelungseinrichtung

- O Objekt
- P Sensorpositionen
- F Fahrzeugführer

#### Patentansprüche

1. Kollisionsvermeidungssystem (10) für ein Fahrzeug (12), insbesondere ein Schienenfahrzeug (12), mit mehreren Sensoreinrichtungen (14) zur jeweiligen Erfassung von wenigstens einem Objekt (O) außerhalb des Fahrzeugs (12) und zur Erzeugung entsprechender Objektdaten, wobei die Sensoreinrichtungen (14) an verschiedenen Sensorpositionen (P) an dem Fahrzeug (12) angeordnet sind, mit wenigstens einem Schnittstellenelement (16) zum Anschluss an ein Subsystem, insbesondere ein Bremskontrollsys-

tem, 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 (18), die mit dem Schnittstellenelement (16) und den Sensoreinrichtungen (14) in Datenverbindung steht, wobei mittels der Auswertungseinrichtung (18) die von dem Schnittstellenelement (16) bereitgestellten Betriebsparameter sowie die Objektdaten auswertbar sind und im Falle einer bevorstehenden Kollision zwischen Objekt (O) und Fahrzeug (12) wenigstens ein Kollisionsvermeidungssignal an wenigstens eine Kollisionsvermeidungseinrichtung (20) übertragbar ist, wobei die Kollisionsvermeidungseinrichtung (20) mehrere Ausgabeeinrichtungen zur (22) Ausgabe des Kollisionsvermeidungssignals an wenigstens einen Fahrzeugführer (F) aufweist, das von einer oder mehreren Ausgabeeinrichtungen (22) derart ausgebbar ist, dass das Kollisionsvermeidungssignal einer oder mehreren korrespondierenden Sensorpositionen (P) zugeordnet ist.

2. Kollisionsvermeidungssystem (10) nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
die Betriebsparameter einen oder mehrere Reibungskoeffizienten zwischen dem Fahrzeug (12) und wenigstens einer das Fahrzeug (12) tragenden Fahrbahn (24) umfassen.
3. Kollisionsvermeidungssystem (10) Anspruch 2,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
das Kollisionsvermeidungssystem (10) wenigstens eine Recheneinrichtung (26) zur Berechnung wenigstens eines Fahrzeugbremsweges und zur Erzeugung entsprechender Fahrzeugbremswegdaten aufweist, wobei die Berechnung des Fahrzeugbremsweges wenigstens teilweise auf der Grundlage eines oder mehrerer Reibungskoeffizienten durchführbar ist.
4. Kollisionsvermeidungssystem (10) nach Anspruch 2 oder Anspruch 3,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
mittels der Recheneinrichtung (26) wenigstens teilweise auf der Grundlage eines oder mehrerer Reibungskoeffizienten ein erster Fahrzeugbremsweg berechenbar ist, der einer Normalbetriebsbremszone des Fahrzeugs (12) zugeordnet ist, und wobei mittels der Recheneinrichtung (26) wenigstens teilweise auf der Grundlage eines oder mehrerer Reibungskoeffizienten ein zweiter Fahrzeugbremsweg berechenbar ist, der einer Notfallbetriebsbremszone des Fahrzeugs zugeordnet ist.

5. Kollisionsvermeidungssystem (10) nach einem der Ansprüche 2 bis 4,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
 mittels der Recheneinrichtung (26) auf der Grundlage der berechneten Normalbetriebsbremszone und der Notfallbetriebsbremszone eine Fahrzeugführerwarnzone und eine Objektwarnzone berechenbar sind.
6. Kollisionsvermeidungssystem (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
 mittels der Auswertungseinrichtung (18) die Objektdaten der Notfallbetriebsbremszone, Normalbetriebsbremszone, Fahrzeugführerwarnzone und/oder Objektwarnzone zuordenbar sind und daraus das Kollisionsvermeidungssignal erzeugbar ist.
7. Kollisionsvermeidungssystem (10) nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
 die Ausgabeinrichtungen (22) in Form von akustischen und/oder optischen Ausgabeinrichtungen (22a, 22b) ausgebildet sind, wobei die akustischen Ausgabeinrichtungen (22a) in wenigstens einer Fahrzeugführerkabine (30) derart angeordnet sind, dass sie den Fahrzeugführer (F) umgeben, und wobei die optischen Ausgabeinrichtungen (22b) derart in der Fahrzeugführerkabine (30) angeordnet sind, dass sie sich in einem Sichtfeld des Fahrzeugführers (F) befinden.
8. Kollisionsvermeidungssystem (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
 die Kollisionsvermeidungseinrichtung (10) wenigstens eine optische Objektwarneinrichtung (32) und wenigstens eine akustische Objektwarneinrichtung (34) aufweist.
9. Kollisionsvermeidungssystem (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
 wenn mittels der Auswertungseinrichtung (18) die Objektdaten der Notfallbetriebsbremszone zugeordnet sind, das Kollisionsvermeidungssignal in Form eines Notfallbetriebsbremsbefehls derart von einer oder mehreren optischen und/oder akustischen Ausgabeinrichtungen (22a, 22b) ausgebar ist, dass durch den Fahrzeugführer (F) Richtungs- und/oder Positionsinformationen des Objekts (O) relativ zur Fahrzeugposition erfassbar sind, wobei Kollisionsvermeidungssignal ferner mittels der optischen und akustischen Objektwarneinrichtung (32, 34) ausgebar ist.
10. Kollisionsvermeidungssystem (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
- dadurch gekennzeichnet, dass**  
 wenn mittels der Auswertungseinrichtung (18) die Objektdaten der Notfallbetriebsbremszone zugeordnet sind und wenn der Fahrzeugführer (F) innerhalb einer bestimmten Zeitspanne nicht auf das Kollisionsvermeidungssignal reagiert, mittels der Kollisionsvermeidungseinrichtung (20) eine Bremsanlage (36) des Fahrzeugs (12) automatisch in den Notfallbetriebsmodus überführbar ist und das Kollisionsvermeidungssignal ferner mittels der optischen und akustischen Objektwarneinrichtung (32, 34) ausgebar ist.
11. Kollisionsvermeidungssystem (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
 wenn mittels der Auswertungseinrichtung (18) die Objektdaten der Normalbetriebsbremszone zugeordnet sind, das Kollisionsvermeidungssignal in Form eines Normalbetriebsbremsbefehls derart von einer oder mehreren optischen und/oder akustischen Ausgabeinrichtungen (22a, 22b) ausgebar ist, dass durch den Fahrzeugführer (F) Richtungs- und/oder Positionsinformationen des Objekts (O) relativ zur Fahrzeugposition erfassbar sind, wobei das Kollisionsvermeidungssignal ferner mittels der optischen und akustischen Objektwarneinrichtung (32, 34) ausgebar ist.
12. Kollisionsvermeidungssystem (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
 wenn mittels der Auswertungseinrichtung (18) die Objektdaten der Normalbetriebsbremszone zugeordnet sind und wenn der Fahrzeugführer (F) innerhalb einer bestimmten Zeitspanne nicht auf das Kollisionsvermeidungssignal reagiert, mittels der Kollisionsvermeidungseinrichtung (20) die Bremsanlage (36) des Fahrzeugs (12) automatisch in den Normalbetriebsmodus überführbar ist und das Kollisionsvermeidungssignal ferner mittels der optischen und akustischen Objektwarneinrichtung (32, 34) ausgebar ist.
13. Verfahren zum Betrieb wenigstens eines Kollisionsvermeidungssystems (10), das in wenigstens einem Fahrzeug (12), insbesondere ein Schienenfahrzeug (12), verbaut ist, wobei das Verfahren die folgenden Schritte umfasst:
- Erfassen von wenigstens einem Objekt (O) außerhalb des Fahrzeugs (12) mittels einer oder mehreren Sensoreinrichtungen (14) und Erzeugen entsprechender Objektdaten, wobei die Sensoreinrichtungen (14) an verschiedenen Sensorpositionen (P) an dem Fahrzeug (12) angeordnet werden;
  - Bereitstellen mehrerer Betriebsparameter des

- Fahrzeugs (12);
- Auswerten der bereitgestellten Betriebsparameter sowie der Objektdaten;
  - Übertragen wenigstens eines Kollisionsvermeidungssignals an wenigstens eine Kollisionsvermeidungseinrichtung (20) im Falle einer bevorstehenden Kollision zwischen Objekt (O) und Fahrzeug (12), wobei die Kollisionsvermeidungseinrichtung (20) mehrere Ausgabeeinrichtungen (22) aufweist,
  - Ausgabe des Kollisionsvermeidungssignals an wenigstens einen Fahrzeugführer (F) mittels einer oder mehreren der Ausgabeeinrichtungen (22) derart, dass das Kollisionsvermeidungssignal einer oder mehreren korrespondierenden Sensorpositionen (P) zugeordnet wird.
14. Verfahren nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Betriebsparameter einen oder mehrere Reibungskoeffizienten zwischen dem Fahrzeug (12) und wenigstens einer das Fahrzeug (12) tragenden Fahrbahn (24) umfassen.
15. Verfahren nach Anspruch 13 oder Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens ein Fahrzeugbremsweg berechnet wird und entsprechende Fahrzeugbremswegdaten erzeugt werden, wobei der Fahrzeugbremsweg wenigstens teilweise auf der Grundlage eines oder mehrerer Reibungskoeffizienten berechnet wird.
16. Verfahren nach Anspruch 14 oder Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens teilweise auf der Grundlage eines oder mehrerer Reibungskoeffizienten ein erster Fahrzeugbremsweg berechnet wird, der einer Normalbetriebsbremszone des Fahrzeugs (12) zugeordnet wird, und ferner wenigstens teilweise auf der Grundlage eines oder mehrerer Reibungskoeffizienten ein zweiter Fahrzeugbremsweg berechnet wird, der einer Notfallbetriebsbremszone des Fahrzeugs (12) zugeordnet wird.
17. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** auf der Grundlage der berechneten Normalbetriebsbremszone und der Notfallbetriebsbremszone eine Fahrzeugführerwarnzone und eine Objektwarnzone berechnet werden.
18. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Objektdaten der Notfallbetriebsbremszone, Normalbetriebsbremszone, Fahrzeugführerwarnzone und/oder Objektwarnzone zugeordnet werden und daraus das Kollisionsvermeidungssignal erzeugt wird und an die Ausgabeeinrichtung übertragen wird.
19. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenn die Objektdaten der Notfallbetriebsbremszone zugeordnet werden, das Kollisionsvermeidungssignal in Form eines Notfallbetriebsbremsbefehls derart ausgegeben wird, dass der Fahrzeugführer (F) Richtungs- und/oder Positionsinformationen des Objekts (O) relativ zur Fahrzeugposition erfassen kann, wobei das Kollisionsvermeidungssignal ferner optisch und akustisch an das Objekt ausgegeben wird.
20. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 19, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenn die Objektdaten der Notfallbetriebsbremszone zugeordnet werden und wenn der Fahrzeugführer (F) innerhalb einer bestimmten Zeitspanne nicht auf das Kollisionsvermeidungssignal reagiert, die Bremsanlage (36) des Fahrzeugs (12) automatisch in den Notfallbetriebsmodus überführt wird und das Kollisionsvermeidungssignal ferner optisch und akustisch an das Objekt (O) ausgegeben wird.
21. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 20, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenn die Objektdaten der Normalbetriebsbremszone zugeordnet werden, das Kollisionsvermeidungssignal in Form eines Normalbetriebsbremsbefehls derart ausgegeben wird, dass der Fahrzeugführer (F) die Richtungs- und/oder Positionsinformationen des Objekts (O) relativ zur Fahrzeugposition erfassen kann, wobei das Kollisionsvermeidungssignal ferner optisch und akustisch an das Objekt (O) ausgegeben wird.
22. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 21, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenn die Objektdaten der Normalbetriebsbremszone zugeordnet werden und wenn der Fahrzeugführer (F) innerhalb einer bestimmten Zeitspanne nicht auf das Kollisionsvermeidungssignal reagiert, die Bremsanlage (36) des Fahrzeugs (12) automatisch in den Normalbetriebsmodus überführt wird und das Kollisionsvermeidungssignal ferner optisch und akustisch an das Objekt (O) ausgegeben wird.
23. Fahrzeug (12, 12'), insbesondere ein Schienenfahrzeug (12, 12') mit wenigstens einem Kollisionsvermeidungssystem (10, 10') nach einem der Ansprüche 1 bis 12.

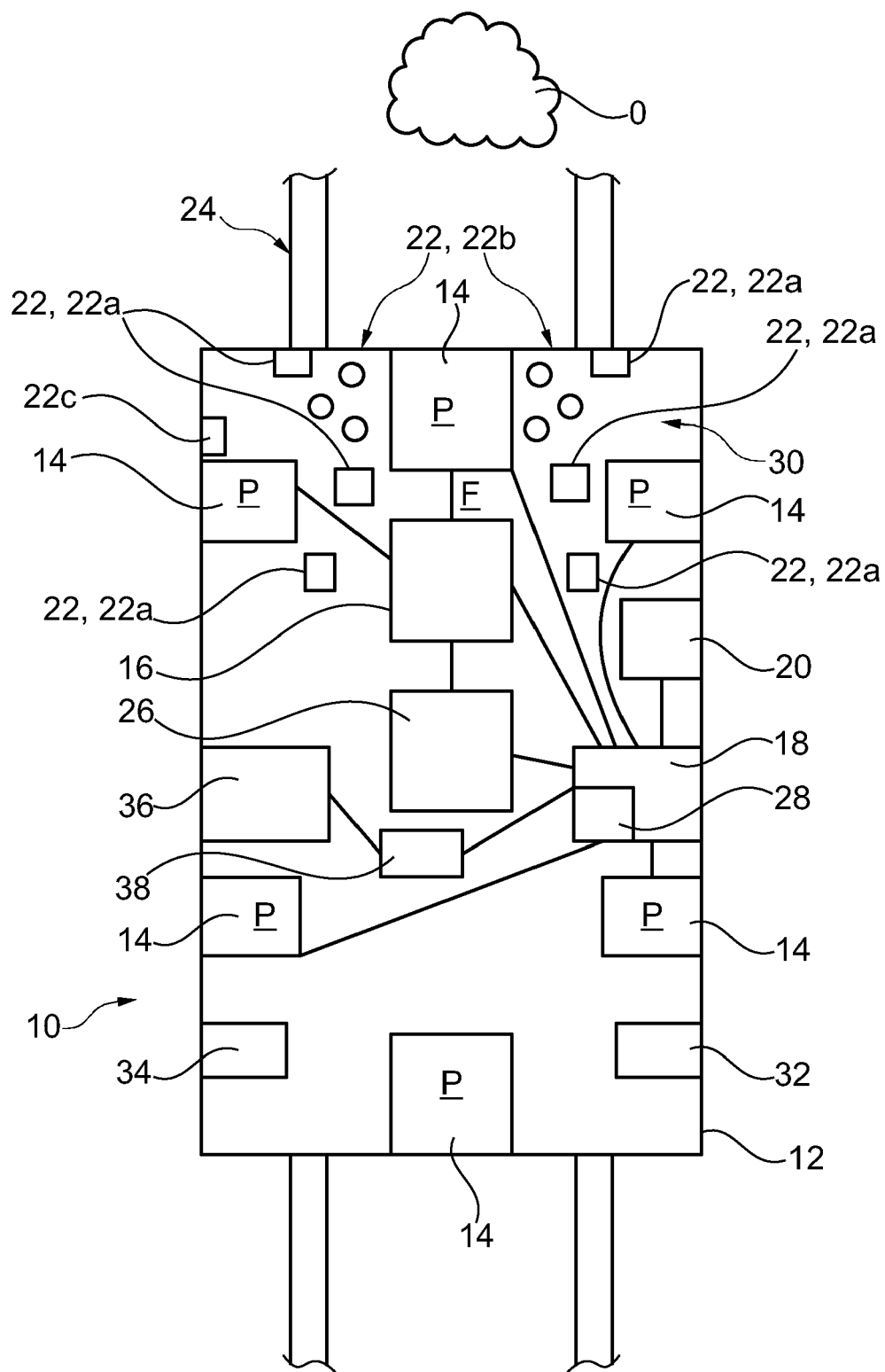


Fig. 1

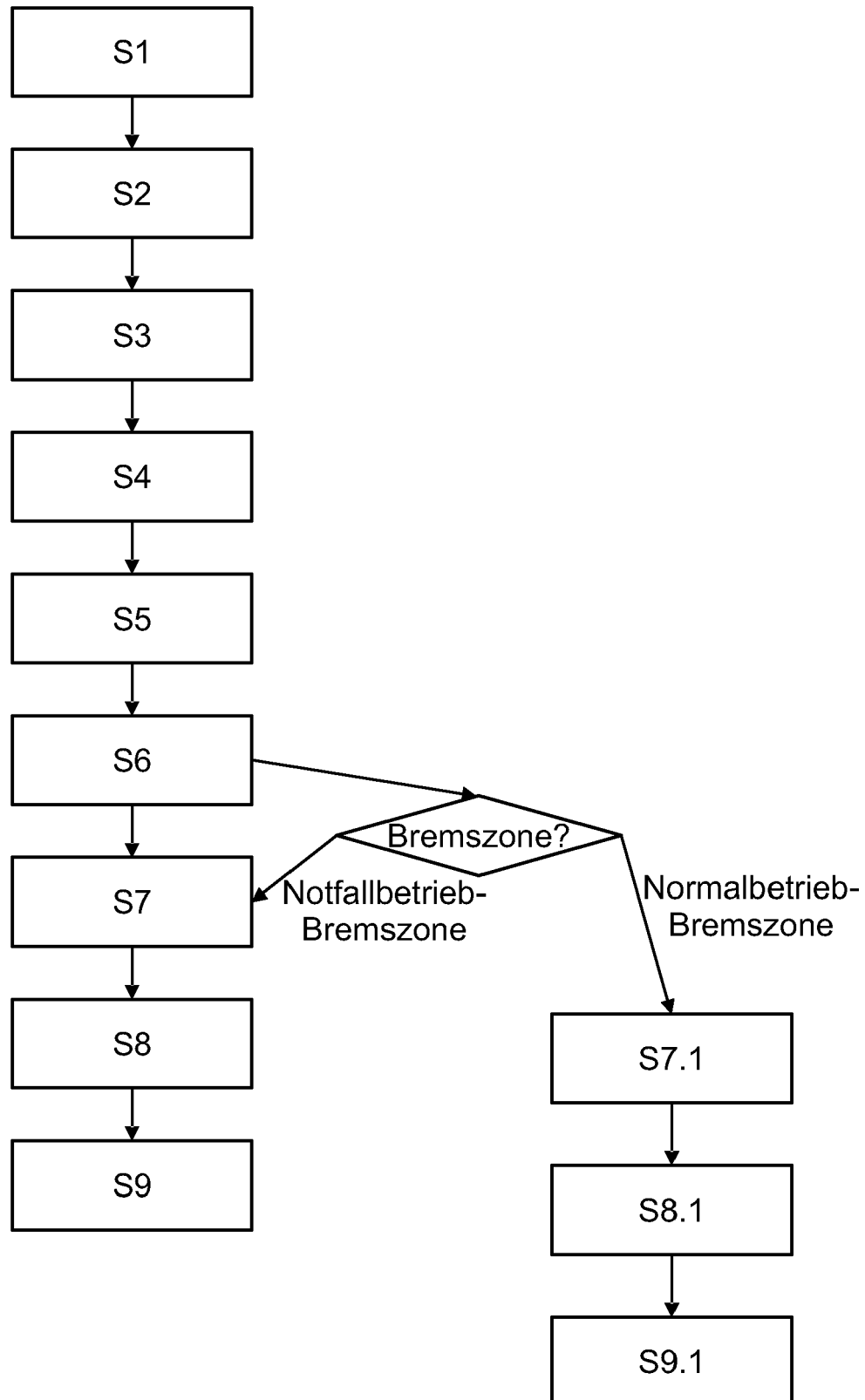


Fig. 2



## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung  
EP 19 17 2682

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                                                                                                                                                                                                                                                                                    | DE 10 2014 219691 A1 (SIEMENS AG [DE])<br>21. Januar 2016 (2016-01-21)                         | 1,2,13,<br>14,23                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | INV.<br>B61L23/04                  |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                    | * Absatz [0001] - Absatz [0084]; Abbildung 1 *                                                 | 3-6,<br>9-12,<br>15-22                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                    |
| -----                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                    |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                    | DE 11 2007 000961 T5 (GM GLOBAL TECH<br>OPERATIONS INC [US])<br>19. Februar 2009 (2009-02-19)  | 1,7,8,<br>13,23                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                    |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                    | * Absatz [0057] - Absatz [0070];<br>Abbildungen 1-3 *                                          | 3-6,<br>9-12,<br>15-22                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                    |
| -----                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                    |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                    | DE 10 2012 203182 A1 (CONTINENTAL TEVES AG<br>& CO OHG [DE])<br>6. September 2012 (2012-09-06) | 3-6,<br>9-12,<br>15-22                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                      | * Absatz [0004] - Absatz [0036];<br>Abbildungen 1-4a *                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                    |
| -----                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                    |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                    | DE 10 2012 203673 A1 (CONTINENTAL TEVES AG<br>& CO OHG [DE])<br>4. Oktober 2012 (2012-10-04)   | 3-6,<br>9-12,<br>15-22                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | RECHERCHIERTE<br>SACHGEBIETE (IPC) |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                      | * Absatz [0019] - Absatz [0036];<br>Abbildungen 1-5 *                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | B61L<br>B60W                       |
| -----                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                    |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                    | DE 10 2014 215461 A1 (BOSCH GMBH ROBERT<br>[DE]) 11. Februar 2016 (2016-02-11)                 | 10,12,<br>20,22                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                      | * Absatz [0009] *                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                    |
| -----                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                    |
| Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                    |
| Recherchenort<br><b>München</b>                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                | Abschlußdatum der Recherche<br><b>16. September 2019</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Prüfer<br><b>Mäki-Mantila, M</b>   |
| KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE<br>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet<br>Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer<br>anderen Veröffentlichung derselben Kategorie<br>A : technologischer Hintergrund<br>O : mündliche Offenbarung<br>P : Zwischenliteratur |                                                                                                | T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze<br>E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder<br>nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist<br>D : in der Anmeldung angeführtes Dokument<br>L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument<br>& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes<br>Dokument |                                    |

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

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

EP 19 17 2682

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

| 10 | Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentdokument | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie | Datum der<br>Veröffentlichung |
|----|----------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
|    | DE 102014219691 A1                                 | 21-01-2016                    | KEINE                             |                               |
| 15 | DE 112007000961 T5                                 | 19-02-2009                    | CN 101467187 A                    | 24-06-2009                    |
|    |                                                    |                               | DE 112007000961 T5                | 19-02-2009                    |
|    |                                                    |                               | US 2007244641 A1                  | 18-10-2007                    |
|    |                                                    |                               | WO 2008063692 A2                  | 29-05-2008                    |
| 20 | DE 102012203182 A1                                 | 06-09-2012                    | DE 102012203182 A1                | 06-09-2012                    |
|    |                                                    |                               | EP 2681092 A1                     | 08-01-2014                    |
|    |                                                    |                               | US 2014005875 A1                  | 02-01-2014                    |
|    |                                                    |                               | WO 2012117057 A1                  | 07-09-2012                    |
| 25 | DE 102012203673 A1                                 | 04-10-2012                    | DE 102012203673 A1                | 04-10-2012                    |
|    |                                                    |                               | EP 2683586 A1                     | 15-01-2014                    |
|    |                                                    |                               | US 2013338878 A1                  | 19-12-2013                    |
|    |                                                    |                               | WO 2012120076 A1                  | 13-09-2012                    |
| 30 | DE 102014215461 A1                                 | 11-02-2016                    | CN 105329226 A                    | 17-02-2016                    |
|    |                                                    |                               | DE 102014215461 A1                | 11-02-2016                    |
|    |                                                    |                               | US 2016039440 A1                  | 11-02-2016                    |
| 35 |                                                    |                               |                                   |                               |
| 40 |                                                    |                               |                                   |                               |
| 45 |                                                    |                               |                                   |                               |
| 50 |                                                    |                               |                                   |                               |
| 55 |                                                    |                               |                                   |                               |

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 **[0003]**
- DE 102014221034 A1 **[0003]**
- DE 102014220778 A1 **[0003]**
- DE 102015214425 A1 **[0003]**
- WO 2008122547 A1 **[0004]**
- WO 2016042352 A1 **[0005]**
- WO 2017042044 A1 **[0006]**
- WO 9731810 A1 **[0006]**
- WO 2015150340 A1 **[0007]**
- EP 2808224 A1 **[0008]**
- US 9321470 B1 **[0009]**