



(10) **DE 10 2005 042 218 B4** 2012.07.26

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2005 042 218.7**
(22) Anmeldetag: **05.09.2005**
(43) Offenlegungstag: **08.03.2007**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **26.07.2012**

(51) Int Cl.: **B61L 23/00** (2006.01)
G08G 7/02 (2012.01)
G01S 19/00 (2012.01)
G08C 17/02 (2012.01)

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
**Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.,
51147, Köln, DE**

(74) Vertreter:
**GRAMM, LINS & PARTNER GbR, 38122,
Braunschweig, DE**

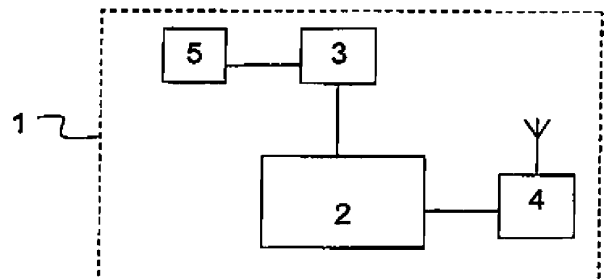
(72) Erfinder:
**Meyer zu Hörste, Michael, Dr.-Ing., 38114,
Braunschweig, DE; Strang, Thomas, Dr., 82205,
Gilching, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE	100 28 927	A1
DE	197 51 468	A1
DE	198 22 803	A1
DE	198 47 292	A1
DE	199 50 395	A1
US	2004 / 0 267 415	A1
US	5 757 291	A
EP	0 905 528	A2
EP	1 232 926	A1

(54) Bezeichnung: **Eisenbahnkollisions-Warneinrichtung**

(57) Hauptanspruch: Eisenbahnkollisions-Warneinrichtung
(1) zum Einbau in Eisenbahnfahrzeuge mit
– einer Steuerungseinheit (2),
– einer mit der Steuerungseinheit (2) verbundene Fahr-
termittlungseinheit (3) zur Bestimmung von die aktuelle Fahr-
zeugposition, die Fahrzeuggeschwindigkeit und die Bewe-
gungsrichtung enthaltenen Fahrtinformationen,
– einer Funksende- und Empfangseinheit (4), die mit der
Steuerungseinheit (2) zum Aussenden einer Fahrzeugkenn-
nung und aktueller Fahrtinformationen des Fahrzeugs ent-
haltenen Datenpaketen und Empfangen von Datenpaketen
mit Fahrtinformationen anderer auf dem Eisenbahnnetz be-
findlicher Eisenbahnfahrzeuge und deren Fahrzeugkennun-
gen verbunden ist,
wobei die Steuerungseinheit (2) zur Kollisionsüberprüfung
durch Abgleich der Fahrtinformationen des eigenen Fahr-
zeugs mit der von anderen Fahrzeugen empfangenen
Fahrtinformationen eingerichtet ist, dadurch gekennzeich-
net, dass die Steuerungseinheit (2) zur Übertragung und zur
Auswertung eines topologischen Streckenvektors des ge-
planten Streckenverlaufs als Teil der Fahrtinformation ein-
gerichtet ist.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Eisenbahnkollisions-Warkeinrichtung zum Einbau in Eisenbahnfahrzeuge mit

- einer Steuerungseinheit,
- einer mit der Steuerungseinheit verbundenen Fahrtermittlungseinheit zur Bestimmung einer die aktuelle Fahrzeugposition, die Fahrzeuggeschwindigkeit und die Bewegungsrichtung enthaltenden Fahrinformationen,
- einer Funksende- und Empfangseinheit, die mit der Steuerungseinheit zum Aussenden von einer Fahrzeugkennung und aktueller Fahrinformationen des Fahrzeugs enthaltenden Datenpaketen und Empfangen von Datenpaketen mit Fahrinformationen anderer auf dem Eisenbahnnetz befindlicher Eisenbahnfahrzeuge und deren Fahrzeugkennungen verbunden ist,

wobei die Steuerungseinheit zur Kollisionsüberprüfung durch Abgleich der Fahrinformationen des eigenen Fahrzeugs mit den von anderen Fahrzeugen oder anderen mit solchen Geräten ausgestatteten Hindernissen empfangenen Fahrinformationen eingerichtet ist.

[0002] Die Steuerung und Sicherung des Zugverkehrs erfolgt heutzutage einerseits mit Leit- und Steuerungseinrichtungen, die im Wesentlichen von Stellwerken zentral verwaltet werden. Dabei wird eine Einstellung und Zuordnung von so genannten Fahrstraßen zu einem exakt definierten Zug mit Hilfe der Stellwerke vorgenommen und es werden alle Gleisfeldelemente, wie beispielsweise Weichen etc., in die richtige Lage gebracht und verschlossen. Anschließend werden die Signale auf „Fahrt“ gestellt.

[0003] In den Eisenbahnfahrzeugen sind oftmals Zugsicherungssysteme eingebaut, die beispielsweise bei einer Vorbeifahrt an Signalen, die nicht auf „Fahrt“ stehen, automatisch eine Bremsung auslösen.

[0004] Aus der EP 1 232 926 A1 ist ein Zugsicherungssystem bekannt, bei dem Balisengruppen an Streckenpunkten des Fahrweges angeordnet sind. Die Balisen sind aktive oder passive Transponder, die bei Überfahrt durch einen Eisenbahnzug angeregt werden und anschließend Nachrichten an das Eisenbahnfahrzeug senden. Während Festdatenbalisen einen festen Datensatz übertragen, sind transparente bzw. schaltbare Balisen an eine Signalquelle gekoppelt und übertragen in Abhängigkeit vom anliegenden Signal verschiedene Datensätze. Bei dem beschriebenen Verfahren wird aus dem festgestellten Empfangszeitpunkten von zwei in bekanntem Abstand hintereinander angeordneten Balisen übermittelten Telegrammen die Geschwindigkeit des Eisenbahnfahrzeugs ermittelt und mit einer maximal zulässigen Geschwindigkeit verglichen. Bei Überschreitung der maximalen zulässigen Geschwindigkeit wird dann ein Warnsignal oder eine Zwangsbremmung ausgelöst.

[0005] Weiterhin ist beispielsweise aus der DE 199 50 395 A1 ein Ortungssystem für Schienenfahrzeuge auf einem Gleisnetz bekannt, bei dem die Ortsposition des Schienenfahrzeugs vom Schienenfahrzeug mit Hilfe von Sensoren ermittelt und an eine Zentrale übertragen wird.

[0006] Die Sicherheit dieser bekannten zentralisierten Verfahren hängt sowohl von der korrekten Arbeitsweise des Stellwerks als auch des zugseitigen Sicherungssystems ab.

[0007] Ein auf dem ETCS-Standard (European Train Control System) basierendes Zugbeeinflussungssystem ist in der US 2004/0267415 A1 beschrieben, bei der ebenfalls streckenseitige Baliseninformationen genutzt werden. Von den Eisenbahnfahrzeugen werden die Ortsposition, die Geschwindigkeit und gegebenenfalls weitere Informationen über ein spezielles Eisenbahn-Mobilfunknetz (Global System for Mobile Communications Railways – GSM-R) an ein Stellwerk übertragen. Die Überwachung und Steuerung der Eisenbahnfahrzeuge erfolgt damit zentral.

[0008] In der DE 198 40 715 C2 ist eine Schienenfahrzeugssteuerungseinrichtung für den so genannten Funk-Fahr-Betrieb FFB beschrieben, bei dem Steuerrechner in den Eisenbahnfahrzeugen jeweils einen Streckenatlas mit Informationen des Streckennetzes haben. Einzelne Gleisabschnitte werden dann zentral von einer Zugfolgesicherungseinrichtung über Funk höchstens einem Fahrzeug zugewiesen, um auf diese Weise Kollisionen zu vermeiden.

[0009] In der DE 198 47 292 A1 ist ein Kommunikationssystem für einen solchen Funk-Fahrbetrieb beschrieben, bei dem die funktechnische Verbindung zur Datenübertragung zwischen den Subsystemen über einen Gatewayrechner zentral vermittelt wird.

[0010] Zur Sicherung des Flugverkehrs ist beispielsweise das „Traffic Alert and Collision Avoidance System“ (TCAS) bekannt, bei dem Transponder anderer Flugzeuge im umgebenden Luftraum abgefragt werden. Die von den Transpondern erhaltenen Positions- und Kursinformationen werden hinsichtlich möglicher Kollisionskurse ausgewertet. In Abhängigkeit von der Entfernung des möglichen Kollisionsgegners gibt das TCAS-System einen Verkehrshinweis (Traffic Advisory TA) oder eine Ausweichempfehlung (Resolution Advisory RA) aus. Für den Fall, dass sich zwei Flugzeuge auf Kollisionskurs begegnen, stimmen sich die TCAS-Systeme in den beiden Flugzeugen untereinander hinsichtlich der Ausweichmanöver ab. Das TCAS-System ist beispielsweise in der EP 0 905 528 A2 beschrieben.

[0011] Im Schiffsverkehr ist das so genannte AIS-Verkehrswarnsystem (Automatic Identification System) bekannt, bei dem mit einem AIS-Transponder ausgerüstete Schiffe im Broadcast-Verfahren zeitzyklisch Navigationsinformationen mit Angaben über Position, Kurs und Status des Schiffs aussenden. Die ausgesendeten Daten können von allen anderen Schiffen und auch an Land empfangen und beispielsweise zu Warnung vor Kollisionen ausgewertet werden. Das AIS-System ist beispielsweise in der DE 100 28 927 A1 beschrieben.

[0012] Aus Martin Strohbach, Hans-Werner Gellersen, Gerd Kortuem und Christian Kray: Cooperative Artefacts: Assessing Real World Situations with Embedded Technology, in: Ubi Corp 2004, Lncs 3205, pp. 250–267 ist ein System zur Gefahrensicherung beschrieben, bei dem mit Hilfe von Nahbereichs-Radiofrequenzcontrollern und einer regelbasierten Wissensbasis mögliche Gefährdungssituationen durch inkompatible Gefahrgüter gemeldet werden.

[0013] Ausgehend hiervon ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine verbesserte Eisenbahnkollisions-Warneinrichtung zum Einbau in Eisenbahnfahrzeuge zu schaffen, die ohne aufwendige Infrastruktur an der Fahrstrecke betrieben werden kann und eine ausreichend betriebssichere Kollisionsüberwachung erlaubt.

[0014] Die Aufgabe wird mit der Eisenbahnkollisions-Warneinrichtung der eingangs genannten Art, dadurch gelöst, dass die Steuerungseinheit (2) zur Übertragung und zur Auswertung eines topologischen Streckenvektors des geplanten Streckenverlaufs als Teil der Fahrtinformationen eingerichtet ist.

[0015] Im Unterschied zu den hinreichend bekannten zentralen Überwachungs- und Steuerungssystemen wird vorgeschlagen, dass die Eisenbahnfahrzeuge ständig in regelmäßigen oder unregelmäßigen Abständen Fahrtinformationen per Funk aussenden, die innerhalb einer bestimmten Reichweite von jedem anderen Fahrzeug empfangen werden können, das sich in dem Funkempfangsgebiet befindet.

[0016] Dabei werden die Positionen und Bewegungsvektoren der Eisenbahnfahrzeuge ausgewertet, um zu erkennen, ob eine Gefahr der Kollision vorliegt.

[0017] Im Unterschied zum Schiffs- und Flugverkehr stellt sich das Problem, dass die Bewegungsvektoren von Schienenfahrzeugen vollkommen regulär aufeinander zeigen dürfen. Dann würde bereits beim Koppeln von Halbzügen und Nachschieben von Zugteilen ein Konflikt erkannt. Auch beim „fliegenden“ Überholen und Ausweichen auf Hochgeschwindigkeitsstrecken ist eine solche Situation zulässig. Selbst die Bewegungsvektoren von sich begegnenden Zügen weisen bei einer hohen Relativgeschwindigkeit nur wenige Meter aneinander vorbei. In Kurven wird der Abstand zum Teil noch weiter reduziert.

[0018] Aufgrund des deterministischen Fahrverhaltens von Eisenbahnfahrzeugen sind diese zulässigen Situationen aber alle erkennbar und klassifizierbar, so dass ohne zentrale Unterstützung eine zuverlässige Kollisionsüberwachung doch möglich ist.

[0019] Zur Erhöhung der Genauigkeit bei der Bestimmung der Fahrzeugposition ist es vorteilhaft, wenn die Fahrtermittlungseinheit mit einer Gleisspuridentifikationseinheit verbunden ist, um die vom Eisenbahnfahrzeug befahrene Gleisspur zu bestimmen. Diese Gleisspur kann dann beispielsweise mit einer entsprechenden Identifikationsnummer als Fahrtinformation mit übertragen und ausgewertet werden. Zur Gleisspuridentifikation können beispielsweise gleisseitig vorgesehene Balisen ausgelesen werden.

[0020] Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Steuerungseinheit einen Zugriff auf eine digitale Eisenbahnstreckenkarte hat und zur Protektion der ermittelten Fahrzeugposition auf eine Gleisspur mit Hilfe der Eisenbahnstreckenkarte eingerichtet ist. Derartige digitale Streckenkarten sind oftmals in modernen Eisenbahnfahrzeugen vorhanden, insbesondere in Eisenbahnzügen, die nach dem ETCS-System (European Train Control System) im European Rail Transport Management System (ERTMS) ausgerüstet sind.

[0021] Oftmals liegt in einem elektronischen Buchfahrplan mit einem Verzeichnis der Langsamfahrstellen (EBULA) die gesamte geplante Strecke eines Zuges in nicht signaltechnisch sicherer Form vor, Zudem ist eine gesicherte Aussage über den geplanten Streckenverlauf zugeseitig oftmals für die nächsten 5 bis 30 Kilometer vorhanden. Damit kann ein topologischer Streckenvektor, der den geplanten Streckenverlauf beschreibt, aus den vorliegenden Informationen extrahiert und als Teil der Fahrtinformation an andere Eisenbahnfahrzeuge übertragen und solche topologischen Streckenvektoren anderer Eisenbahnfahrzeuge zur Kollisionsüberwachung ausgewertet werden. So kann bereits eine Kollisionswarnmeldung ausgegeben werden, wenn der topologische Streckenvektor nicht mit dem aktuellen Bewegungsvektor des Eisenbahnfahrzeugs übereinstimmt.

[0022] Für die Bestimmung der Bewegungsrichtung und/oder der befahrenen Gleisspur können zudem Kurvenverläufe abgeschätzt werden, indem die Querbeschleunigung des Eisenbahnfahrzeugs mit einer Beschleunigungsmesseinheit ermittelt wird.

[0023] Zur Ermittlung der Ortsposition des Eisenbahnfahrzeugs kann beispielsweise ein an sich bekannter und oftmals in Eisenbahnfahrzeugen ohnehin vorhandener Satellitenortungsempfänger zur satellitengestützten Positionsermittlung genutzt werden. Um auch eine Ortung in abgeschatteten Gebieten, insbesondere Tunneln, zu ermöglichen, können gegebenenfalls weitere an sich bekannte Ortungsverfahren genutzt werden, wie zum Beispiel Balisen, Mobiltelefonortung etc.

[0024] Wenn die Steuerungseinheit weiterhin zur Übersendung weiterer fahrzeugspezifischer Informationen als Fahrtinformationen eingerichtet ist, wie zum Beispiel Informationen über Lademaße und Überschreitung vorgeschriebener Lademaße sowie über Art und Ladung des Eisenbahnfahrzeugs, insbesondere von Gefahrgutkennung, kann eine erweiterte Kollisionsüberprüfung erfolgen. So kann bei einer Lademaßeüberschreitung beispielsweise ansonsten zulässiger Gegenverkehr verhindert werden. Mit Hilfe der Gefahrgutkennung kann zudem vermindert werden, dass sich Züge mit inkompatiblen Gefahrgütern nahem oder die Strecke für einen Gefahrguttransporter vollständig freigehalten wird.

[0025] Neben der Kollisionsüberprüfung anhand der zwischen den Eisenbahnfahrzeugen ausgetauschten Fahrtinformationen ist es vorteilhaft, wenn zusätzlich Streckeninformationen zur Kollisionsüberwachung ausgewertet werden, die von streckenseitig verbauten Funksendeeinheiten ausgestrahlt werden. Derartige Streckeninformationen können beispielsweise der Zustand des Freiraums von Bahnübergängen sein. Die Streckeninformationen können auch Gefahrensituationen am Fahrweg melden, die mit Hilfe von am Fahrweg oder in vorausfahrenden Zügen installierten Sensoren erfasst werden, wie beispielsweise Überflutungen, Lawinen, Hindernisse auf dem Fahrweg etc.

[0026] Das Ergebnis der Kollisionsüberprüfung kann durch die Eisenbahnkollisions-Warneinrichtung optisch oder akustisch an den Lokführer ausgegeben werden. Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Steuerungseinheit zum Aussenden eines Warnsignals über die Funksendeeinheit eingerichtet ist, wenn eine Kollisionsgefahr erkannt wurde. Damit werden auch die in der Umgebung des einer drohenden Kollisionsgefahr ausgesetzten Eisenbahnfahrzeugs und gegebenenfalls das nächstliegende Stellwerk gewarnt, so dass auch von dort Gegenmaßnahmen eingeleitet werden können.

[0027] Weiterhin ist es vorteilhaft, wenn die Steuerungseinheit zum Eingriff in die Fahrzeugsteuerung eingerichtet ist, wenn eine Kollisionsgefahr erkannt wurde. Ein solcher Eingriff kann beispielsweise eine Notbremsung oder eine Abbremsung sein. Im Sinne der Fahrzeugsteuerung wird aber auch verstanden, dass bei entsprechender Ausrüstung der Fahrzeugsteuerung gleisseitige Infrastruktur, wie beispielsweise Weichen oder Signale, gestellt werden können.

[0028] Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispiels mit den beigefügten Zeichnungen beispielhaft näher erläutert. Es zeigen:

[0029] [Fig. 1](#) – Blockdiagramm einer Eisenbahnkollisions-Warneinrichtung;

[0030] [Fig. 2a](#)–e) – Skizzen von zwei Eisenbahnzügen mit möglichen Kollisionsszenarien.

[0031] Die [Fig. 1](#) lässt ein Blockschaltbild einer Eisenbahnkollisions-Warneinrichtung **1** zum Einbau in Eisenbahnfahrzeuge erkennen. Die Kollisionsüberprüfung wird hiermit dezentral im Eisenbahnfahrzeug selbst mit Hilfe einer Steuerungseinheit **2** durchgeführt, die mit einer Fahrtermittlungseinheit **3** zur Bestimmung von Fahrtinformationen verbunden ist. Mit Hilfe der Fahrtermittlungseinheit **3** werden die aktuelle Fahrzeugposition, die

Fahrzeuggeschwindigkeit und die Bewegungsrichtung ermittelt. Dies kann beispielsweise unter Zuhilfenahme eines Satellitenortungsempfängers zur satellitengestützten Positionsermittlung erfolgen.

[0032] Die Steuerungseinheit **2** ist weiterhin mit einer Funksende- und Empfangseinheit **4** verbunden, um die aktuellen Fahrtinformationen zusammen mit einer Fahrzeugkennung per Funk auf einem geeigneten Funkkanal auszusenden. Auf diese Weise können die Fahrtinformationen und Fahrzeugkennungen von anderen Fahrzeugen im Empfangsbereich der Funksende- und Empfangseinheit **4** empfangen und zur Kollisionsüberprüfung ausgewertet werden, sofern diese über eine entsprechende Eisenbahnkollisions-Warkeinrichtung **1** verfügen. Die Steuerungseinheit **2** ist hierfür so beispielsweise durch geeignete Programmierung eingerichtet, dass die Fahrtinformation des eigenen Fahrzeugs mit den von anderen Fahrzeugen empfangenen Fahrtinformationen verglichen wird, um eine Aussage über die Kollisionsgefahr abzuleiten.

[0033] Die Fahrtermittlungseinheit **3** kann mit einer Gleisspuridentifikationseinheit **5** verbunden sein, um die von dem Eisenbahnfahrzeug befahrene Gleisspur zu identifizieren und hierdurch eine genauere Fahrzeugposition und verbesserte Kollisionsüberwachung zu ermöglichen.

[0034] Beispielsweise kann die Gleisspuridentifikationseinheit **5** zusätzlich eine Transponderleseeinheit zum Auslesen von gleisseitig verbauten Balisen sein.

[0035] Mit dieser Eisenbahnkollisions-Warkeinrichtung ist es möglich, Informationen über Position, Geschwindigkeitsvektor und andere wichtige Werte aus bestimmten bewegten Eisenbahnfahrzeugen und gegebenenfalls aus Infrastruktureinheiten abzustrahlen. Diese Informationen können dann von anderen Eisenbahnfahrzeugen in der Region ausgewertet werden, um Informationen über kritische Zustände, Lösungsvorschläge und störende Eingriffe abzuleiten.

[0036] Die Funkübertragung kann mit gängigen Kommunikationssystemen erfolgen, insbesondere solchen mit konkurrierendem Zugriff auf die gleiche Frequenz. Solche Verfahren sind beispielsweise das TDMA (Time Division Multiple Access)-, CDMA (Code Division Multiple Access)-, OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) oder MC-CDMA (Multi-Carrier Code Division Multiple Access)-Verfahren. Optional kann die Synchronisation des Zugriffs auch über Ortungssatellitensysteme erfolgen, indem zum Beispiel die zu verwendenden Zeitslots aus der geografischen Position abgeleitet werden. Die Zeitslots können auch per Hash-Funktion aus der Zugkennung (RCAS-ID) berechnet werden. Mit dem gleichen Übertragungsverfahren kann auch eine Konfliktlösungsanweisung an die übrigen beteiligten Schienenfahrzeuge übertragen werden, wenn nur eine Eisenbahnkollisions-Warkeinrichtung **1** eine potentielle Gefahr erkannt hat.

[0037] Nachfolgend wird eine beispielhafte Struktur der Datenstruktur gezeigt:

Feld	Bedeutung	Mögliche Werte
RCAS-ID	Eindeutiger Bezeichner der Quelle, z. B. für den Zug	Zugnummer Bahnsteig-ID
Timestamp	Zeitstempel	
Fahrt-Typ	Grund der Fahrt bzw. Meldung	Zugfahrt Rangierfahrt LÜ-Fahrt Baufahrt Bahnübergang Baustelle
Referenzpunkt im Zug	Position der RCAS-Einheit im Zug	Head Tail
LÜ-Typ	Art der Lademaßüberschreitung	Keine, A, B, C, D
BÜ-Status	Ergebnis der Freiraumüberwachung	Gesichert, frei gesichert, temporär belegt, gesichert, statisch belegt Ungesichert Unbekannt
Zuglänge	Gesamtlänge des Zuges	

Streckenposition	Gleis + Blockkennung	
Streckenvektor	Liste nächster Gleis- + Blockkennungen	
Geogr. Position	WGS84 Positionsinformationen	Lat, Lon, Alt
Geschwindigkeit		in km/h
Gefahrgut	Gefahrgutkennung aus einer Taxonomie	
Hindernis-Art		Hart, weich, ggf. Wasserstand über SO

Tabelle einer beispielhaften Datenstruktur des RCAS-Telegramms

[0038] Die [Fig. 2](#) lässt Skizzen denkbarer Konfliktsituationen erkennen.

[0039] In der [Fig. 2a\)](#) ist eine Situation dargestellt, bei der zwei Eisenbahnfahrzeuge Zug 1, Zug 2 auf unterschiedlichen Gleisen in entgegengesetzte Richtung fahren. Obwohl die Bewegungsvektoren parallel zueinander verlaufen, weisen sie nicht aufeinander, da die Eisenbahnfahrzeuge Zug 1, Zug 2 auf unterschiedlichen Gleisen fahren. Daher wird keine Kollision erkannt. Der Abgleich der Fahrtinformation erfolgt unter Berücksichtigung des vierdimensionalen Raums, d. h. der Zeit und der drei Raumachsen x , y , z . In Abhängigkeit von dem Abstand, der verbleibenden Zeit, der Geschwindigkeit etc. kann dann im Gefahrenfall eine Reaktion ausgelöst werden, die von einer akustischen und/oder optischen Warnung bis zur Zwangsbremmung reichen kann.

[0040] Die [Fig. 2b\)](#) lässt eine Situation erkennen, bei der zwei Eisenbahnfahrzeuge auf demselben Gleis aufeinander zufahren. Die Bewegungsvektoren zeigen daher unmittelbar aufeinander.

[0041] Die [Fig. 2c\)](#) lässt eine Situation erkennen, bei der zwei Eisenbahnfahrzeuge hintereinanderher fahren. Bei dieser so genannten Folgefahrt auf demselben Gleis zeigen die Bewegungsvektoren in die gleiche Richtung, wobei der Bewegungsvektor des nachfolgenden Zuges auf den vorhergehenden Zug zeigt. Aus der Fahrzeuggeschwindigkeit des vorhergehenden und nachfolgenden Zuges kann dann eine Kollisionsgefahr abgeleitet werden.

[0042] Die [Fig. 2d\)](#) lässt eine Situation einer möglichen Flankenfahrt erkennen, bei der ein erstes Eisenbahnfahrzeug auf dem Gleis 2 und ein zweites Eisenbahnfahrzeug auf dem Gleis 1 in entgegengesetzte Richtung fahren. Das Gleis 1 ist über eine Weiche mit dem Gleis 2 verbunden, die unter Umständen so gestellt ist, dass das zweite Eisenbahnfahrzeug Zug 2 frontal auf das erste Eisenbahnfahrzeug Zug 1 auf dem Gleis 2 geleitet wird. Eine solche Kollisionsgefahr kann insbesondere mit Hilfe von einer Eisenbahnstreckenkarte und mit einem topologischen Streckenvektor zur Beschreibung des geplanten Streckenverlaufs der Eisenbahnfahrzeuge erkannt werden.

[0043] Die [Fig. 2e\)](#) lässt eine Situation erkennen, bei der eine Kollision nicht sicher auszuschließen ist und eine Flankenfahrt bei entsprechend eingestellten Weichen 1 und 2 möglich ist, obwohl beide Eisenbahnfahrzeuge wie in der [Fig. 2a\)](#) auf unterschiedlichen Gleisen fahren. Auch hier kann gegebenenfalls eine Vorwarnmeldung abgegeben werden.

[0044] Zur Sicherung von Fahrten mit Lademaßüberschreitungen ist es vorteilhaft, wenn als Fahrtinformation zusätzlich eine entsprechende fahrzeugspezifische Information übertragen und ausgewertet wird. Damit können Eisenbahnfahrzeuge, die sich auf dem Nachbargleis nähern, ebenfalls Bremsungen auslösen um so die Folgen einer Kollision zu reduzieren.

[0045] Bei der Lademaßüberschreitung LÜ können gemäß der Konzernrichtlinie 408 „Züge fahren und rangieren (Fahrdienstvorschrift)“ der Deutsche Bahn AG folgende vier LÜ-Typen unterschieden werden:

- A: Lademaßüberschreitung LÜ ohne Einschränkung auf dem Nachbargleis (Lademaßüberschreitung nach oben).
- B: Normale Fahrt oder Lademaßüberschreitungs-Fahrt vom LÜ-Typ A oder B auf dem Nachbargleis möglich Begegnungsverbot mit LÜ-Typ C oder D.
- C: Normale Fahrt oder Lademaßüberschreitungs-fahrt vom LÜ-Typ A auf dem Nachbargleis ist möglich Begegnungsverbot mit LÜ-Typ B, C oder D.
- D: Keine Fahrt auf dem Nachbargleis ist möglich Sperrung erforderlich.

[0046] Es gibt auch weitere, über die Lademaßüberschreitung LÜ hinausgehenden Gefahren, die von der Ladung von Zügen ausgehen kann. Hierzu zählen zum Beispiel bestimmte chemische Stoffe, die nicht nebeneinander gelagert und/oder transportiert werden dürfen, da sie miteinander reagieren. Durch Aussendung von Gefahrgutkennungen mit der Eisenbahnkollisions-Warkeinrichtung und Auswertung derselben, können andere Züge mit „Inkompatiblen“ Gefahrgütern in der Umgebung über die potentielle Gefährdung informiert werden, so dass diese in der Lage sind, geeignete Maßnahmen zu ergreifen.

[0047] Ein erheblicher Anteil an Kollisionen sind Zusammenpralle mit Kraftfahrzeugen auf Bahnübergängen ohne Beschränkung oder mit Halbschranken. Die Eisenbahnkollisions-Warkeinrichtung kann dahingehend erweitert werden, dass auch Streckeninformationen über den Zustand des Freiraums von Bahnübergängen übertragen und ausgewertet werden. Hierzu wird an den Bahnübergängen mit geeigneten Sensoren eine Erkennung irregulären Belegungen des Gefahrenraums beispielsweise per Magnetfeld, Infrarot, Video, Gewichtsmessung etc. durchgeführt. Dieser Status des Bahnübergangs BÜ wird beispielsweise wie folgt übertragen:

- a) Bahnübergang gesichert und Freiraum frei Fahrt
- b) Bahnübergang gesichert und Freiraum durch sich bewegendes Objekt belegt Warnung
- c) Bahnübergang gesichert und Freiraum durch stehendes Objekt belegt ⇒ Gefahr
- d) Der Status des Bahnübergangs ist unsicher.

[0048] Weiterhin können auch „weiche“ Kollisionsgefahren auf der Strecke überwacht und ausgewertet werden, wie zum Beispiel Schnee oder Wasser an Stellen, die für solche Störungen bekannt sind. Hierzu werden geeignete Sensoren an der Strecke installiert und mit einer Funksendeanlage ausgerüstet. Sobald eine Gefahr erkannt wurde, wird diese als so genannte Streckeninformation ausgestrahlt und mit der Eisenbahnkollisions-Warkeinrichtung in den Eisenbahnfahrzeugen ausgewertet.

[0049] Durch Einbeziehung einer Kommunikationsverbindung zum Stellwerk ergeben sich weitere Möglichkeiten, einen erkannten Konflikt aufzulösen. So hat der Fahrdienstleister im Stellwerk zusätzlich noch die Möglichkeit, durch rechtzeitige Veränderung der Weicheneinstellung auf Seiten der Infrastruktur, zum Beispiel durch Umleiten eines Zuges auf ein „sicheres“ Gleis eine Kollision oder einen Zusammenprall zu verhindern, sofern die Streckentopologie dies zulässt. Eine solche semiautomatische oder automatische Reaktion auf eine von einer Eisenbahnkollisions-Warkeinrichtung übertragenen Gefahrensituation erfordert lediglich eine entsprechende Funkempfangseinheit mit Signalauswerte- und Anzeigeeinheit.

Patentansprüche

1. Eisenbahnkollisions-Warkeinrichtung (1) zum Einbau in Eisenbahnfahrzeuge mit
 - einer Steuerungseinheit (2),
 - einer mit der Steuerungseinheit (2) verbundene Fahrtermittlungseinheit (3) zur Bestimmung von die aktuelle Fahrzeugposition, die Fahrzeuggeschwindigkeit und die Bewegungsrichtung enthaltenen Fahrtinformationen,
 - einer Funksende- und Empfangseinheit (4), die mit der Steuerungseinheit (2) zum Aussenden einer Fahrzeugkennung und aktueller Fahrtinformationen des Fahrzeugs enthaltenen Datenpaketen und Empfangen von Datenpaketen mit Fahrtinformationen anderer auf dem Eisenbahnnetz befindlicher Eisenbahnfahrzeuge und deren Fahrzeugkennungen verbunden ist,
 wobei die Steuerungseinheit (2) zur Kollisionsüberprüfung durch Abgleich der Fahrtinformationen des eigenen Fahrzeugs mit der von anderen Fahrzeugen empfangenen Fahrtinformationen eingerichtet ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuerungseinheit (2) zur Übertragung und zur Auswertung eines topologischen Streckenvektors des geplanten Streckenverlaufs als Teil der Fahrtinformation eingerichtet ist.
2. Eisenbahnkollisions-Warkeinrichtung (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Fahrtermittlungseinheit (3) mit einer Gleisspuridentifikationseinheit (5) verbunden ist, um die vom Eisenbahnfahrzeug befahrene Gleisspur zu bestimmen.
3. Eisenbahnkollisions-Warkeinrichtung (1) nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Gleisspuridentifikationseinheit (5) zum Auslesen von gleisseitig vorgesehenen Balisen ausgebildet ist.
4. Eisenbahnkollisions-Warkeinrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerungseinheit (2) einen Zugriff auf eine digitale Eisenbahnstreckenkarte hat und zur Projektion der ermittelten Fahrzeugposition auf eine Gleisspur mit Hilfe der Eisenbahnstreckenkarte eingerichtet ist.

5. Eisenbahnkollisions-Warkeinrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Fahrtermittlungseinheit (3) mit einer Beschleunigungsmesseinheit zur Ermittlung der Querschleunigung des Eisenbahnfahrzeugs verbunden und zur Abschätzung von Kurvenverläufen für die Bestimmung der Bewegungsrichtung und/oder der befahrenen Gleisspur eingerichtet ist.

6. Eisenbahnkollisions-Warkeinrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Fahrtermittlungseinheit (3) mit einem Satellitenortungsempfänger zur satellitengestützten Positionsermittlung verbunden ist.

7. Eisenbahnkollisions-Warkeinrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerungseinheit (2) zur Übersendung weiterer fahrzeugspezifischer Informationen als Fahrtinformationen, insbesondere von Überschreitungen vorgeschriebener Lademaße, Fahrzeugzustand und/oder von Gefahrgutkennungen, und Auswertung der fahrzeugspezifischen Informationen anderer Fahrzeuge zur erweiterten Kollisionsüberprüfung eingerichtet ist.

8. Eisenbahnkollisions-Warkeinrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerungseinheit (2) weiterhin zur Auswertung von mit der Funkempfangseinheit (4) empfangenen Streckeninformationen zur Kollisionsüberwachung eingerichtet ist.

9. Eisenbahnkollisions-Warkeinrichtung (1) nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass Streckeninformationen den Zustand des Freiraums von Bahnübergängen und/oder mit am Fahrweg installierten Sensoren erfassten Gefahrensituationen wiedergeben.

10. Eisenbahnkollisions-Warkeinrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerungseinheit (2) zum Aussenden eines Warnsignals über die Funksendeeinheit (4) eingerichtet ist, wenn eine Kollisionsgefahr erkannt wurde.

11. Eisenbahnkollisions-Warkeinrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerungseinheit (2) zum Eingriff in die Fahrzeugsteuerung eingerichtet ist, wenn eine Kollisionsgefahr erkannt wurde.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

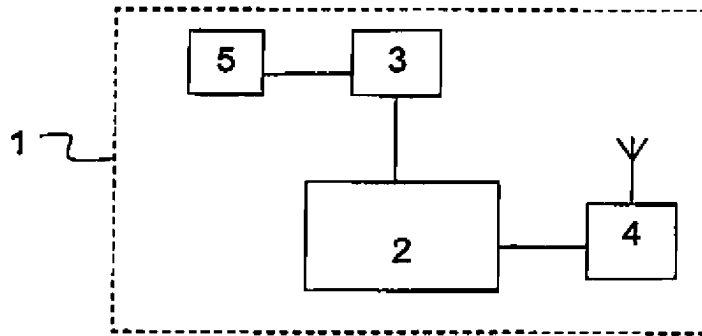


Fig. 1

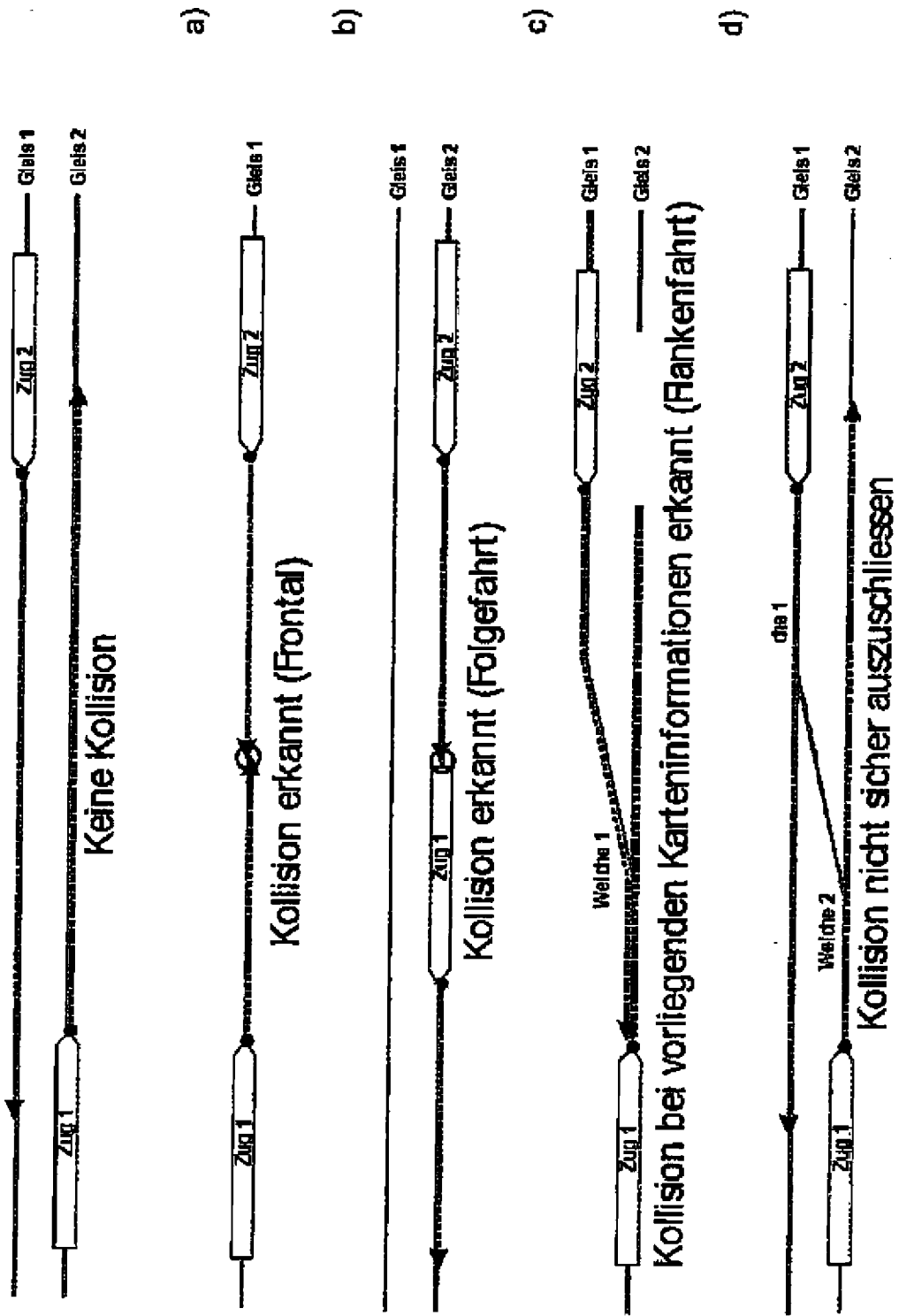


Fig. 2