

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 50663/2017 (51) Int. Cl.: **B61L 23/34** (2006.01)
(22) Anmeldetag: 08.08.2017 B61L 25/02 (2006.01)
(43) Veröffentlicht am: 15.02.2019 G01S 13/74 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
US 4864306 A
WO 2015034923 A2
KR 101130437 B1

(71) Patentanmelder:
Siemens AG Österreich
1210 Wien (AT)

(72) Erfinder:
Hladik Reinhard
1210 Wien (AT)
Schiefer Martin
3100 St. Pölten (AT)
Kremser Ronald
3400 Klosterneuburg (AT)
Porges Walter
1232 Wien (AT)

(74) Vertreter:
Peham Alois Dipl.Ing.
1210 Wien (AT)

(54) **Kollisionsschutz für Schienenfahrzeuge**

(57) Verfahren zur Verhinderung einer Kollision zwischen zwei Schienenfahrzeugen (1, 2), welche jeweils in Fahrtrichtung vorne mit einem ersten Transponder (3) und in Fahrtrichtung hinten mit einem zweiten Transponder (4) ausgestattet sind, wobei ein Abstand (17) ermittelt wird und wobei eine Warnung (16) ausgegeben wird wenn eine Kollisionswahrscheinlichkeit gegeben ist

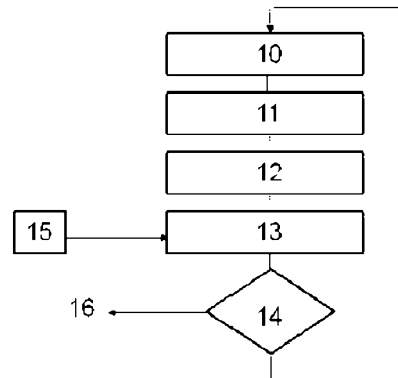


Fig. 3

Zusammenfassung

Verfahren zur Verhinderung einer Kollision zwischen zwei
5 Schienenfahrzeugen (1, 2), welche jeweils in Fahrtrichtung
vorne mit einem ersten Transponder (3) und in Fahrtrichtung
hinten mit einem zweiten Transponder (4) ausgestattet sind,
wobei ein Abstand (17) ermittelt wird und wobei eine Warnung
(16) ausgegeben wird wenn eine Kollisionswahrscheinlichkeit
10 gegeben ist

Sig. Fig. 3

15

Beschreibung

Kollisionsschutz für Schienenfahrzeuge

5

Technisches Gebiet

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Einrichtung zur Verhinderung der Kollision von Schienenfahrzeugen.

10

Stand der Technik

Schienenfahrzeuge sind im Allgemeinen gut gegen Zusammenstöße
15 mit weiteren Fahrzeugen geschützt, da sie meist auf eigenen, baulich von Straßen getrennten Gleiskörpern verkehren. Nur bei Kreuzungen mit Straßen besteht eine Zusammenstoßgefahr, welche üblicherweise mittels Schrankenanlagen minimiert wird. Die Zusammenstoßgefahr zwischen Schienenfahrzeugen ist bei
20 Vollbahnen durch die dort üblicherweise angewandten Verfahren der Zugsicherung extrem minimiert. Bei Straßenbahnen ist die Zusammenstoßgefahr jedoch deutlich höher, da diese nach heutigem Stand der Technik ausschließlich nach Sicht gefahren werden und die Belastung eines Straßenbahnführers wesentlich
25 höher ist als die eines Lokomotivführers einer Vollbahn. Die beim Fahren einer Straßenbahn kontinuierlich erforderliche Aufmerksamkeit auf das umgebende Verkehrsgeschehen sowie die notwendige Abwicklung des Passagierwechsels kann zu Ermüdung führen, sodass Zusammenstöße von Straßenbahnen mit auf
30 demselben Gleis befindlichen weiteren Straßenbahnen, insbesondere im Haltestellenbereich immer wieder auftreten. Erschwerend dabei ist die geringe und zusätzlich stark von den Umweltbedingungen abhängige maximale Bremsverzögerung von Straßenbahnen. Ein weiterer spezieller Umstand beim Betrieb

von Straßenbahnen sind Einschränkungen wie geringe Bogenhalbmesser oder mangelnde Trassenüberhöhung, welche nur geringe Fahrgeschwindigkeiten erlauben. Eine Einhaltung der maximal erlaubten Höchstgeschwindigkeit ist deshalb von
5 größter Bedeutung, wobei aufgrund fehlender Zugbeeinflussung das Fahrpersonal zur aufmerksamen Beachtung der Streckenbeschilderung angehalten ist. Zur Verhinderung von Auffahrunfällen ist bei PKW ein sogenanntes Abstandsradar bekannt, dies ist jedoch bei Straßenbahnen aufgrund des
10 üblicherweise zulässigen geringen seitlichen Abstand zu Objekten nicht sinnvoll einsetzbar. Ebenso kann ein Abstandsradar keine sinnvollen Messungen in Gleisbögen vornehmen. Lange Bremswege und vielerlei Objekte entlang des Fahrwegs verhindern eine sinnvolle Kollisionsprävention durch
15 Abstandsradar, LIDAR oder die bei PKW gebräuchlichen kamerabasierten Einrichtungen.

20 **Darstellung der Erfindung**

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Einrichtung anzugeben, welche die Kollision zweier Schienenfahrzeuge, insbesondere zweier Straßenbahnen
25 verhindert.

Die Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und eine Einrichtung nach Anspruch 9 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind Gegenstand untergeordneter
30 Ansprüche.

Dem Grundgedanken der Erfindung nach wird ein Verfahren zur Verhinderung einer Kollision zwischen zwei

Schienenfahrzeugen, welche jeweils in Fahrtrichtung vorne mit einem ersten Transponder und in Fahrtrichtung hinten mit einem zweiten Transponder ausgestattet sind beschrieben, welches folgende Verfahrensschritte umfasst:

- 5 - Aussenden eines Identifikationssignals durch einen zweiten Transponder,
- bei Empfang eines Identifikationssignals durch einen ersten Transponder Aussenden eines Abfragesignals durch den ersten Transponder,
- 10 - bei Empfang des Abfragesignals durch den zweiten Transponder Aussenden eines Antwortsignals durch den zweiten Transponder,
- Ermitteln eines Abstands zwischen dem ersten und dem zweiten Transponder,
- 15 - Ermitteln einer Kollisionswahrscheinlichkeit aus dem Abstand und mindestens einem weiteren Betriebsparameter,
- Ausgeben eines Warnsignals wenn die Kollisionswahrscheinlichkeit einen bestimmten Schwellwert überschreitet.

20

Dadurch ist der Vorteil erzielbar, Gefahrensituationen automatisiert erkennen zu können, bei welchen sich zwei Schienenfahrzeuge einander annähern.

- 25 Erfindungsgemäß werden die Schienenfahrzeuge mit Transpondern ausgestattet, wobei ein erster Transponder in Fahrtrichtung vorne angeordnet ist und ein zweiter Transponder heckseitig angeordnet ist. Dabei sendet der zweite Transponder in regelmäßigen Abständen ein Identifikationssignal aus, welches
30 von ersten Transpondern aufgenommen werden kann. Dadurch erkennen die ersten Transponder, dass ein weiteres Fahrzeug in der Nähe befindlich ist. Ob eine Kollisionsgefahr besteht ist aus dem alleinigen Empfang eines Identifikationssignales

nicht bestimmbar, dazu muß in einem weiteren
Verfahrensschritt der Abstand zwischen dem ersten und dem
zweiten Transponder bestimmt werden. Dabei sendet der erste
Transponder ein Abfragesignal aus, welches von dem zweiten
5 Transponder empfangen wird. Der zweite Transponder sendet nun
auf dieses Abfragesignal hin ein Abstandsmeßsignal aus, auf
welches der erste Transponder mit einem Abstandsantwortsignal
antwortet und der zweite Transponder auf dieses
Abstandsantwortsignal mit einem Abschlußsignal antwortet. Aus
10 der zeitlichen Abfolge der zuletzt genannten Signale wird
durch den ersten Transponder ein Abstand zwischen dem ersten
und den zweiten Transponder ermittelt.
Dieses beschriebene Verfahren zur Abstandsermittlung ist
besonders vorteilhaft mittels sogenannter Ultra-Breitband-
15 Technologie (UWB) umsetzbar, da diese eine Abstandsmessung in
dem erforderlichen Meßbereichen und mit einer hinreichenden
Auflösung bietet. Ultra-Breitband-Sender senden ein äußerst
breites Frequenzspektrum aus, indem Pulse möglichst kurzer
Dauer gesendet werden. Die zeitliche Abfolge der
20 ausgetauschten Signale ermöglicht eine Bestimmung des
Abstandes zwischen dem ersten und dem zweiten Transponder.

Die alleinige Bestimmung des Abstandes zwischen dem ersten
und dem zweiten Transponder ist jedoch noch nicht für die
25 Erkennung einer Kollisionsgefahr ausreichend. Um eine solche
bestimmen zu können, wird erfindungsgemäß mindestens ein
weiterer Betriebsparameter herangezogen. Eine
Kollisionsgefahr besteht prinzipiell nur dann, wenn beide
Fahrzeuge auf demselben Gleis befindlich sind. D.h. Fahrzeuge
30 die einander zwar sehr nahe kommen, aber auf einem
Parallelgleis verkehren stellen keine Kollisionsgefahr dar.
Die Erkennung einer solchen Situation erfolgt vorzugsweise
dadurch, dass in jedem von einem zweiten Transponder

ausgesandten Identifikationssignal eine Linienkennung übertragen wird. Solcherart können Identifikationssignale, welchen von Fahrzeugen anderer Linien ausgesandt werden, die keine gemeinsamen Gleisabschnitte nutzen ignoriert werden, 5 bzw. wenn eine Kollisionsgefahr aufgrund einer Kreuzung oder eines gemeinsam genutzten Gleisabschnitts besteht, diese Identifikationssignale beachten und das erfindungsgemäße Kollisionsschutzverfahren weiter durchführen.

Eine weitere Fortbildung der Erfindung sieht vor, mit dem 10 Identifikationssignal Information über die Fahrtrichtung gemäß Fahrplans des jeweiligen Fahrzeugs zu übertragen. Solcherart kann verhindert werden, dass fälschlicherweise eine Kollisionsgefahr erkannt wird wenn eine Begegnung mit ein Fahrzeug derselben Linie auf einem Gegengleis erfolgt.

15 Eine vorteilhafte Ausführungsform der Erfindung sieht vor, jedem zweiten Transponder eine bestimmte Kennung zuzuweisen und diese mit jedem Identifikationssignal auszusenden. Dadurch ist der Vorteil erzielbar, dass der erste Transponder 20 die Identifikationssignale des zweiten Transponders desselben Fahrzeugs ignorieren kann und keine Abstandsmessungen zu diesem zweiten Transponder auslöst.

Damit eine Kollisionsgefahr besteht, ist es erforderlich, 25 dass die beiden Fahrzeuge sich einander annähern. Zur Bestimmung der Annäherung kann die Ermittlung des Abstands wiederholt ausgeführt werden und aus der zeitlichen Reduktion des Abstandes auf die Annäherungsgeschwindigkeit geschlossen werden. Dabei kann eine Abstandsermittlung typischerweise 30 mehrmals pro Sekunde durchgeführt werden, also eine sehr exakte Bestimmung der Annäherungsgeschwindigkeit erfolgen.

Bei Straßenbahnen ist die Bestimmung der Relativgeschwindigkeit alleine noch kein hinreichend exaktes Kriterium zur Bestimmung der Kollisionsgefahr. In weiterer Fortbildung der Erfindung ist es deshalb vorteilhaft, die

5 Gleistopologie zu berücksichtigen. Dazu ist mittels eines Streckenplans und der aktuellen Position des Fahrzeugs, dessen erster Transponder die Bestimmung der Kollisionsgefahr durchführt und dem Abstand zu dem zweiten Transponder eine Weglänge zu ermitteln. Dadurch kann die durch Kurven

10 hervorgerufene Verlängerung der Weglänge zwischen den Fahrzeugen gegenüber dem Abstand zwischen dem ersten und dem zweiten Transponder berücksichtigt werden. Eine solche exakte Bestimmung der zur Bremsung zur Verfügung stehenden Weglänge macht das erfindungsgemäße Verfahren insbesondere für den

15 Einsatz bei Straßenbahnen geeignet, da bei diesen ein besonders großer Unterschied zwischen dem Abstand der beiden Transponder und der Weglänge zwischen den Fahrzeugen bestehen kann. Dadurch ist gewährleistet, dass eine Kollisionswarnung nur bei Vorliegen einer echten Kollisionsgefahr ausgegeben

20 wird und Fehlalarmierungen vermieden werden. Die Bestimmung der Fahrzeugposition erfolgt vorzugsweise mittels eines Satellitenempfangsgeräts für ein globales Navigationssatellitensystem (GNSS), welche die aktuelle Position mit hinreichender Genauigkeit anzugeben vermag.

25 Ebenso kann dabei die aktuelle Fahrgeschwindigkeit und Fahrtrichtung aus dem empfangenen Signal gewonnen und für das erfindungsgemäße Verfahren genutzt werden. Für Streckenabschnitte ohne Satellitenempfang ist es vorteilhaft, eine Koppelnavigation mittels Beschleunigungssensoren

30 und/oder Tachosignal aufzubauen und für diese Abschnitte die Ortsbestimmung dadurch vorzunehmen. Dabei können in den nicht mit einem Navigationssatellitensystem abgedeckten Gebieten ortsfeste zweite Transponder angeordnet werden, welche eine

äußerst genaue Positionsbestimmung eines Fahrzeugs ermöglichen. Durch eine bestimmte, von diesen ortsfesten Transpondern ausgesandte Kennung werden diese nicht als Kollisionsgegner erkannt, sondern die Entfernungsmessung zu
5 ihnen als Positionsbestimmung genutzt.

Erfindungsgemäß wird eine Kollisionsgefahr daran erkannt, dass ein Anhalten vor dem Kollisionsgegner (typischerweise einem vorausfahrenden Fahrzeugs innerhalb der zur Verfügung
10 stehenden Weglänge nur mehr dann möglich ist, wenn eine bestimmte Mindestbremsleistung (Mindestbremsverzögerung) aufgebracht werden muß. Diese Mindestbremsleistung ist mit einem bestimmten Sicherheitsabstand zur maximal möglichen Bremsleistung festzulegen, da nach einer Warnung des
15 Fahrzeugführers noch eine Reaktionszeit zu berücksichtigen ist.

Löst sich die Gefahrensituation während einer Kollisionswarnung auf, beispielsweise da das vorrausfahrende
20 Fahrzeug anfährt und die Weglänge somit wieder zunimmt bzw. konstant bleibt, so erlischt die Kollisionswarnung.

In weiterer Fortbildung der Erfindung ist es vorteilhaft, weitere Betriebsparameter zur Erkennung einer
25 Kollisionsgefahr heranzuziehen. Insbesondere ist es vorteilhaft, die aktuelle Masse des Fahrzeugs in die Bestimmung des Bremswegs einzubeziehen. Dies kann beispielsweise über die Messung des Drucks in einer Luftfederung erfolgen. Solcherart kann die reduzierte
30 maximale Bremsverzögerung eines beladenen Fahrzeugs berücksichtigt werden. Weitere relevante Parameter können die Neigung des Streckenabschnitts oder Nässe sein. Die Neigung des Streckenabschnitts kann dabei vorteilhafterweise in dem

Modell der Gleistopologie umfasst sein, die Erkennung von Nässe kann beispielsweise über die Stellung des Scheibenwischerschalters oder mittels eines Regensensors erkannt werden. Weiters ist eine drahtlose Übertragung
5 lokaler Wetterdaten an das Fahrzeug möglich. Solcherart ist sichergestellt, dass ein erfolgreiches Abbremsen noch ohne Nutzung maximalen Notbremsleistung unter allen Umwelt und Betriebsbedingungen möglich ist. Bei reduzierter Bremsleistung, beispielsweise bei Regen, erfolgt
10 eine Warnung bei größerem Abstand als bei optimalen Bedingungen.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird die Bremsleistung des Schienenfahrzeugs kontinuierlich
15 bestimmt, wobei bei Betriebsbremsungen aus dem Verhältnis des aufgebrachtten Bremssollwerts und der dabei erzielten Bremsverzögerung eine aktuelle maximale Bremsverzögerung bestimmt wird. Dadurch sind auch Faktoren erkennbar, welche die Bremseigenschaften verschlechtern, aber durch sonstige
20 Messungen nicht erkannt werden können. Beispielsweise können dadurch verschlissene oder verschmutzte Gleise berücksichtigt werden. Ebenso können dadurch Steigungen bzw. Gefälle der Strecke berücksichtigt werden wenn diese Daten nicht in dem Streckenplan enthalten sind.

25 Eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung sieht vor, eine automatische Bremsung durchzuführen, wenn der Fahrzeugführer nicht adäquat auf die Kollisionswarnung reagiert und die Kollisionsgefahr bestehen bleibt. Dies kann beispielsweise
30 daran erkannt werden, dass die zum Anhalten vor einem vorausfahrenden Fahrzeug erforderliche Bremsleistung ansteigt. Übersteigt die erforderliche Bremsleistung eine weitere Schwelle (typischerweise wenige Prozent unter der

maximal möglichen Bremsleistung), so kann eine automatische Notbremsung ausgelöst werden und das Fahrzeug wird automatisch vor einer möglichen Kollision angehalten.

- 5 Liegt ein Modell der Gleistopologie abgespeichert vor, so ist es empfehlenswert, jedem Abschnitt des Gleises eine bestimmte maximal erlaubte Fahrgeschwindigkeit zuzuordnen. Solcherart kann gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung auch eine Warnung des Fahrzeugführers vor einem Überschreiten
- 10 der Geschwindigkeit auf jedem Gleisabschnitt erfolgen. Dabei ist es besonders vorteilhaft, die Fahrzeuglänge zu berücksichtigen, sodass auch ein längeres Fahrzeug, dessen Heck sich noch in einem Abschnitt mit geringerer Maximalgeschwindigkeit befindet (z.B. bei Ausfahrt aus einem
- 15 engen Gleisbogen) zuverlässig den Fahrzeugführer warnen kann. In weiterer Fortbildung kann auch eine automatische Bremsung bei Überschreitung der maximal erlaubten Geschwindigkeit vorgenommen werden. Dabei kann auch der Weg bis zu einem Streckenabschnitt mit einer bestimmten maximal erlaubten
- 20 Geschwindigkeit berücksichtigt werden, sodass eine automatische Bremsung schon in dem vorhergehenden Streckenabschnitt erfolgt in den darauffolgende Streckenabschnitt bereits mit reduzierter Geschwindigkeit eingefahren wird. Solcherart kann auf der gesamten Strecke
- 25 ein Überschreiten der maximal zulässigen Geschwindigkeit verhindert werden, da eine automatische Bremsung bereits vor geschwindigkeitsreduzierten Streckenabschnitten erfolgt.

- In weiterer Fortbildung ist es empfehlenswert, das von den
- 30 zweiten Transpondern ausgesandte Identifikationssignal um weitere Informationen zu erweitern. Insbesondere kann die aktuelle Fahrgeschwindigkeit, Fahrtrichtung und die aktuelle Position (beispielsweise bestimmt mittels einer

- satellitenbasierten Positionsbestimmung) mit übertragen werden. Solcherart ist der Vorteil erzielbar, eine allfällige Kollisionswarnung früher ausgeben zu können, da die Verfahrensschritte zur Abstandsbestimmung entfallen können
- 5 und durch eine Wegberechnung zu dem potentiellen Kollisionsgegner ersetzt werden können. Diese Ausführungsform setzt weitere Komponenten (Satellitenempfangsgerät, Magnetkompaß, Geschwindigkeitsmeßeinrichtung) voraus.
- 10 Die Warnung des Fahrzeugführers erfolgt mittels eines akustischen und/oder optischen Signals, wobei auch eine abgestufte Warnung in Abhängigkeit von dem Wert der Kollisionswahrscheinlichkeit erfolgen kann.
- 15 Das erfindungsgemäße Verfahren wird vorzugsweise in einer Einrichtung zur Verhinderung einer Kollision zwischen zwei Schienenfahrzeugen ausgeführt. Diese umfasst eine Steuereinrichtung, welche die erforderlichen (digitalen) Rechenmittel umfasst und welche mit einer Speichereinrichtung
- 20 und Schnittstellen zu weiteren Sensoren (Satellitenempfangsgerät, Magnetkompaß, etc.) sowie mit Schnittstellen zu einer Fahrzeugsteuerung ausgestattet ist. An diese Steuereinrichtung ist ein zugehöriger erster Transponder angeschlossen und zur Datenübermittlung an die
- 25 Steuereinrichtung eingerichtet. Ein zugehöriger zweiter Transponder kann ebenfalls angeschlossen und zur Datenübermittlung an die Steuereinrichtung eingerichtet sein. Dies ist jedoch optional, da die zweiten Transponder ihre Funktion unabhängig von der Steuereinrichtung ausführen
- 30 können. Allerdings ist es vorteilhaft, den zweiten Transponder ebenfalls an die Steuereinrichtung zur Datenkommunikation anzuschließen, da so Änderungen an dem Betriebsprogramm des zweiten Transponders oder

Konfigurationsänderungen (beispielsweise ein Wechsel der Kennung) einfacher und ohne manuellen Zugriff eingebracht werden können. So kann über eine einzige Kommunikationsschnittstelle an der Einrichtung (vorzugsweise an der Steuereinrichtung jede beliebige Änderungen an den Betriebsprogrammen aller Komponenten vorgenommen werden. Eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung sieht vor, eine direkte drahtlose Kommunikation einer ortsfesten Leitstelle mit einem zweiten Transponder aufzubauen. Dazu kann ein zweiter Transponder mit einer geeigneten Funkeinrichtung, beispielsweise einem Mobilfunkmodem ausgestattet werden. Dadurch ist der Vorteil erzielbar, eine Parametrierung ohne Zugriff auf den zweiten Transponder selbst vornehmen zu können, wobei der zweite Transponder an beliebiger Stelle der Strecke aufhältig sein kann. Weiters kann auch die Steuereinrichtung mit einer eigenen Funkeinrichtung zur Datenkommunikation mit einer Leitstelle ausgestattet sein, sodass auch dann eine drahtlose Kommunikation zur Parametrierung (z.B. Übertragen des Streckenplans, Geschwindigkeitsbeschränkungen, Auslesen bestimmter Vorkommnisse, etc.) der Steuereinrichtung erfolgen kann, wenn das Fahrzeug selbst über keine drahtlose Datenkommunikationseinrichtung verfügt.

Gegenständliche Erfindung ist um eine weitere Funktion erweiterbar, bei welcher ein zweiter Transponder ortsfest angeordnet wird. Dabei ist dieser ortsfeste mit einer bestimmten Kennung ausgestattet, welche keinem Fahrzeug zugewiesen ist. Solcherart könnten insbesondere temporäre Gefahrenstellen (Baustellen) markiert und beispielsweise temporäre Geschwindigkeitsbegrenzungen vorgegeben werden. Empfängt ein erster Transponder einen solchen speziellen zweiten Transponder, so kann beispielsweise die für den

aktuellen Streckenabschnitt gültige Höchstgeschwindigkeit herabgesetzt werden und eine entsprechende Information dem Fahrzeugführer zur Verfügung gestellt werden. Dabei ist insbesondere vorteilhaft, dass dazu ein in einem Fahrzeug
5 gespeicherter Streckenplan mit streckenbezogenen Höchstgeschwindigkeiten nicht verändert werden muß und ein sehr rascher Aufbau lokaler Geschwindigkeitsbegrenzungen, etwa bei ad hoc Reparaturen an der Strecke, realisiert werden kann. Eine Erweiterung der erfindungsgemäßen Verfahrens kann
10 erfolgen, wobei ein zweiter Transponder in anderen Fahrzeugen, wie kommunale Autobusse oder Müllsammelfahrzeuge anzuordnen. Da diese Fahrzeuge oft Straßenbahntrassen mitbenutzen, kann somit auch ein Kollisionsschutz gegenüber diesen Fahrzeugen geschaffen werden. Insbesondere kommunale
15 Autobusse sind dafür besonders gut geeignet, da diese gemäß einem Fahrplan verkehren und ihre Fahrwege vorgegeben sind.

Eine Vereinfachung der erfindungsgemäßen Einrichtung kann dadurch erfolgen, dass die Funktionen des ersten und des
20 zweiten Transponders in ein gemeinsames Gerät integriert sind. Dadurch kann der Installationsaufwand deutlich vereinfacht wird. Dabei ist jedoch, abhängig von dem Anbringungsort dieses gemeinsamen Transponders an dem Fahrzeug der Abstand zu der Stirn- und der Heckseite in der
25 Abstandsbestimmung zu berücksichtigen.

Kurzbeschreibung der Zeichnungen

Es zeigen beispielhaft:

30

Fig.1 Zwei Schienenfahrzeuge auf einem Gleis.

Fig.2 Verfahren zur Verhinderung einer Kollision zwischen zwei Schienenfahrzeugen, Signalabfolge.

Fig.3 Verfahren zur Verhinderung einer Kollision zwischen zwei Schienenfahrzeugen, Verfahrensschritte.

Fig.4 Zwei Schienenfahrzeuge auf einem Gegengleis.

Fig.5 Zwei Schienenfahrzeuge auf einem Gleisbogen.

5 **Fig.6** Einrichtung zur Verhinderung einer Kollision zwischen zwei Schienenfahrzeugen.

10

Ausführung der Erfindung

Fig.1 zeigt beispielhaft und schematisch zwei Schienenfahrzeuge auf einem Gleis. Das erste Schienenfahrzeug 1 ist auf demselben Gleis befindlich wie das in Fahrtrichtung vorne liegende Schienenfahrzeug 2. Das Schienenfahrzeug 2 ist an seinem Heck mit einem zweiten Transponder 4 ausgestattet, das erste Fahrzeug 1 ist an seiner Stirnseite mit einem ersten Transponder 3 ausgestattet. Zwischen dem ersten 3 und dem zweiten Transponder 4 findet ein Datenaustausch wie in den folgenden Fig.2 beschrieben statt.

Fig.2 zeigt beispielhaft und schematisch die Signalabfolge zwischen den ersten und zweiten Transpondern eines Verfahrens zur Verhinderung einer Kollision zwischen zwei Schienenfahrzeugen. Die Zeit ist in dieser Darstellung als vertikale Achse angeordnet. Der zweite Transponder sendet in bestimmten zeitlichen Abständen ein Identifikationssignal 5 aus, unabhängig davon ob weitere Transponder in dem Empfangsbereich aufhältig sind. Dieses Identifikationssignal kann Informationen umfassen, welche die weitere Verarbeitung vereinfacht und beschleunigt. In gezeigtem Ausführungsbeispiel sendet der zweite Transponder 4 zwei Identifikationssignale 5 aus, ohne dass darauf eine Antwort

folgt. Erst auf das dritte ausgesandte Identifikationssignal 6 folgt eine Antwort durch einen das Identifikationssignal 5 empfangenden ersten Transponder 3. Dieser sendet ein Abfragesignal 6 aus, welches von dem zweiten Transponder 4
5 empfangen wird, welcher daraufhin ein Abstandsmeßsignal 7 aussendet. Der erste Transponder 3 sendet auf den Empfang des Abstandsmeßsignals 7 ein Abstandsantwortsignal 8 aus, auf welches der zweite Transponder 4 mit einem Abschlußsignal 9 antwortet. Durch die zeitliche Abfolge der Signale ermittelt
10 der erste Transponder 3 daraufhin den Abstand zu dem zweiten Transponder 4.

Fig. 3 zeigt beispielhaft und schematisch die Verfahrensschritte eines Verfahrens zur Verhinderung einer
15 Kollision zwischen zwei Schienenfahrzeugen in Form eines Flußdiagramms. Als erster Verfahrensschritt erfolgt eine Identifikation möglicher Kollisionsgegner, wobei wie in Fig. 2 ein zweiter Transponder 4 Identifikationssignale 6 aussendet, welche ggf. von einem ersten Transponder 3 empfangen werden.
20 In einem zweiten Verfahrensschritt erfolgt, so ein potentieller Kollisionsgegner empfangen wurde, eine Bestimmung des Abstands 11 zwischen den beiden Transpondern 3, 4. Diesem Schritt kann vorhergehen, irrelevante Transponder (z.B. der zweite Transponder 4 desselben
25 Fahrzeugs, Transponder 4 anderer, nicht kreuzender Linien) auszublenden und keine Abstandsmessung zu diesen vorzunehmen. In einem weiteren Schritt erfolgt eine Bestimmung der Weglänge 12 zwischen dem ersten 3 und zweiten Transponder 4, basierend auf einer Positionsbestimmung und einem
30 Streckenplan. Solcherart kann die wahre zur Bremsung verfügbare Wegstrecke ermittelt und zur Bestimmung einer Kollisionswahrscheinlichkeit herangezogen werden. In einem weiteren Verfahrensschritt erfolgt die

Kollisionsgefahrbestimmung 13, wobei die Weglänge zu dem potentiellen Kollisionsgegner, die Annäherungsgeschwindigkeit und optional weitere Betriebsparameter 15 in diese Bestimmung einbezogen werden. Die weiteren Betriebsparameter 15 können

5 beispielsweise die Fahrzeugmasse oder Eigenschaften des Gleises oder Zustände der Fahrzeugumgebung (Regen, Schnee) sein. Aus den in den vorgehenden Verfahrensschritten ermittelten Daten wird dabei eine

Kollisionswahrscheinlichkeit ermittelt, welche angibt, mit

10 welcher Bremsleistung eine Kollision vermieden werden kann. Liegt diese ermittelte erforderliche Bremsleistung über einem bestimmten Schwellwert (Prozentwert der aktuell möglichen Bremsleistung), so wird eine Warnung an den Fahrzeugführer abgegeben. Das Verfahren kann erweitert werden, wobei sobald

15 die erforderliche Bremsleistung einen weiteren Schwellwert (höher als der zur Warnung herangezogene) erreicht, ein Signal an eine Fahrzeugsteuerung abgegeben wird, welches eine automatische Bremsung des Fahrzeugs bewirkt.

20

Fig.4 zeigt beispielhaft und schematisch zwei Schienenfahrzeuge auf einem Gegengleis. Ein erstes Schienenfahrzeug 1 befindet sich auf einem Gegengleis zu

25 einem entgegenkommen zweiten Schienenfahrzeug 2. Dabei fahren die Schienenfahrzeuge 1, 2 jeweils in Gegenrichtung, es besteht jedoch keinerlei Kollisionsgefahr. Das erste Schienenfahrzeug 1 ist stirnseitig mit einem ersten Transponder 3, das zweite Schienenfahrzeug 2 ist heckseitig

30 mit einem zweiten Transponder 4 ausgestattet, welche zueinander in Funkverbindung stehen. Die Transponder 3, 4 führen das erfindungsgemäße Verfahren aus, wobei aufgrund der räumlichen Nähe der Transponder 3, 4, der

Annäherungsgeschwindigkeit der Schienenfahrzeuge 1, 2
zueinander und des geringen Abstands eine Kollisionswarnung
ausgegeben würde. Deshalb ist es besonders vorteilhaft, die
von einem zweiten Transponder 4 ausgesandten
5 Identifikationssignale 5 bereits mit einer geeigneten
Kennung, beispielsweise einer Linien- oder
Fahrriktungskennung auszustatten, sodass das erste
Schienenfahrzeug 1 bereits erkennen kann, dass keine
Kollisionsgefahr besteht und Fehlalarmierungen vermieden
10 werden.

Fig. 5 zeigt beispielhaft und schematisch zwei
Schienenfahrzeuge auf einem Gleisbogen. Ein erstes
15 Schienenfahrzeug 1 befindet sich auf demselben Gleis wie ein
zweites Schienenfahrzeug 2, welches in dieselbe Richtung
fährt, bzw. an einer Haltestelle steht. Dabei liegt zwischen
den beiden Schienenfahrzeugen 1, 2 ein Gleisbogen. Dieses
Vorkommnis ist insbesondere bei Straßenbahnen in
20 dichtverbauten Gebiet häufig. Das erfindungsgemäße Verfahren
ermittelt dabei den Abstand 17 zwischen dem ersten
Transponder 3 des ersten Schienenfahrzeugs zu dem zweiten
Transponder 4 des zweiten Schienenfahrzeugs und bestimmt
unter Heranziehen einer Positionsbestimmung und der
25 Gleistopologie die Weglänge 18, welche zur Bremsung zur
Verfügung steht.

Fig. 6 zeigt beispielhaft und schematisch Einrichtung zur
30 Kollisionsvermeidung. Es ist ein Blockschalbild einer
Einrichtung zur Kollisionsvermeidung 19 in einem Fahrzeug
dargestellt. Die Einrichtung zur Kollisionsvermeidung 19
umfasst eine Steuereinrichtung 20, an welche ein erster

Transponder 3 und ein zweiter Transponder 4 zur gegenseitigen Datenübermittlung angeschlossen sind. Die Transponder 3, 4 umfassen des weiteren Antennen. Die Steuereinrichtung führt die zur Ausführung des Verfahrens erforderlichen Schritte

5 durch und umfasst dazu digitale Rechenmittel, beispielsweise einen Mikroprozessor oder einen Mikrokontroller. Weiteres ist die Steuereinrichtung 20 mit einem Speicher 22 zur permanenten oder kurzfristigen Ablage von Betriebsdaten ausgestattet. Ein Streckenplan 21 ist ebenfalls in einer

10 Speichereinrichtung in der Steuereinrichtung 20 abgespeichert. An die Steuereinrichtung sind weiters ein Magnetkompaß 25 und eine Positionsbestimmungseinrichtung 24 angeschlossen, welche typischerweise für den Empfang eines globalen Navigationssatellitensystems ausgeführt ist.

15 Zusätzlich ist die Steuereinrichtung 20 mit einer Schnittstelle 23 zur Kommunikation mit einer Fahrzeugsteuerung 26 ausgestattet, über welche beispielsweise ein Notbremsbefehl an die Fahrzeugsteuerung abgebar ist. Die Warnung 16 an den Fahrzeugführer kann als unmittelbar von der

20 Steuereinrichtung 20 ausgehendes Signal ausgebildet sein, oder dieses Warnsignal wird über die Schnittstelle 23 an die Fahrzeugsteuerung 26 übermittelt und von dieser zur Anzeige gebracht.

25

Liste der Bezeichnungen

	1	Erstes Schienenfahrzeug
5	2	Zweites Schienenfahrzeug
	3	Erster Transponder
	4	Zweiter Transponder
	5	Identifikationssignal
	6	Abfragesignal
10	7	Abstandsmeßsignal
	8	Abstandsantwortsignal
	9	Abschlußsignal
	10	Identifikation möglicher Kollisionsgegner
	11	Abstandsmessung
15	12	Weglängenbestimmung
	13	Kollisionsgefahrbestimmung
	14	Entscheidung
	15	Betriebsparameter
	16	Warnung
20	17	Abstand
	18	Weglänge
	19	Einrichtung zur Kollisionsverhinderung
	20	Steuereinrichtung
	21	Streckenplan
25	22	Speicher
	23	Schnittstelle
	24	Positionsbestimmungseinrichtung
	25	Magnetkompaß
	26	Fahrzeugsteuerung
30		

Patentansprüche

1. Verfahren zur Verhinderung einer Kollision zwischen zwei Schienenfahrzeugen (1, 2), welche jeweils in Fahrtrichtung vorne mit einem ersten Transponder (3) und in Fahrtrichtung hinten mit einem zweiten Transponder (4) ausgestattet sind,
mit folgenden Verfahrensschritten:
 - Aussenden eines Identifikationssignals (5) durch einen zweiten Transponder (4),
 - bei Empfang eines Identifikationssignals (5) durch einen ersten Transponder (3) Aussenden eines Abfragesignals (6) durch den ersten Transponder (3),
 - bei Empfang des Abfragesignals (6) durch den zweiten Transponder (4) Aussenden eines Antwortsignals durch den zweiten Transponder (4),
 - Ermitteln eines Abstands (17) zwischen dem ersten und dem zweiten Transponder (3, 4),
 - Ermitteln einer Kollisionswahrscheinlichkeit aus dem Abstand (17) und mindestens einem weiteren Betriebsparameter (15),
 - Ausgeben eines Warnsignals (16) wenn die Kollisionswahrscheinlichkeit einen bestimmten Schwellwert überschreitet.
2. Verfahren zur Verhinderung einer Kollision zwischen zwei Schienenfahrzeugen (1, 2) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kollisionswahrscheinlichkeit daran erkannt wird, dass eine bestimmte Mindestbremsleistung erforderlich ist um eine Kollision zu vermeiden.
3. Verfahren zur Verhinderung einer Kollision zwischen zwei Schienenfahrzeugen (1, 2) nach Anspruch 1 oder 2

- 5 **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Ermittlung einer Kollisionswahrscheinlichkeit zwischen dem ersten und dem zweiten Transponder eine Weglänge 18 aus dem Abstand (17) und einem Streckenplan (21) ermittelt wird.
4. Verfahren zur Verhinderung einer Kollision zwischen zwei Schienenfahrzeugen (1, 2) nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
- 10 **dadurch gekennzeichnet, dass** der mindestens eine weitere Betriebsparameter die Relativgeschwindigkeit der Fahrzeuge (1, 2) oder die maximal erzielbare Bremsleistung oder die Neigung der Strecke ist.
- 15 5. Verfahren zur Verhinderung einer Kollision zwischen zwei Schienenfahrzeugen (1, 2) nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
- 20 **dadurch gekennzeichnet, dass** das Identifikationssignal (5) mindestens eine weitere Informationen umfasst, insbesondere die Linie des Schienenfahrzeugs, die Kompaßrichtung, die aktuelle Fahrgeschwindigkeit, eine Fahrzeugidentifikationsnummer, eine Position.
- 25 6. Verfahren zur Verhinderung einer Kollision zwischen zwei Schienenfahrzeugen (1, 2) nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
- 30 **dadurch gekennzeichnet, dass** die Aussendungen der ersten Transponder (3) desselben Fahrzeugs ignoriert werden.
7. Verfahren zur Verhinderung einer Kollision zwischen zwei Schienenfahrzeugen (1, 2) nach einem der Ansprüche 1 bis 6,

- 5 **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Warnsignal oder ein Bremsbefehl abgegeben wird, wenn die aktuelle Fahrgeschwindigkeit die für den aktuell befahrenen Streckenabschnitt zulässige Geschwindigkeit überschreitet.
- 10 8. Verfahren zur Verhinderung einer Kollision zwischen zwei Schienenfahrzeugen (1, 2) nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
dadurch gekennzeichnet, dass die Kommunikation zwischen den ersten und den zweiten Transpondern (3, 4) mittels eines Ultra-Breitband Verfahrens erfolgt.
- 15 9. Einrichtung zur Verhinderung einer Kollision zwischen zwei Schienenfahrzeugen (1, 2),
dadurch gekennzeichnet, dass ein Schienenfahrzeug (1, 2) mit einer Steuereinrichtung (20) und je einen ersten und zweiten Transponder (3, 4) ausgestattet ist, welche zur Datenübertragung mit der Steuereinrichtung (20) eingerichtet sind.
- 20 10. Einrichtung zur Verhinderung einer Kollision zwischen zwei Schienenfahrzeugen (1, 2) nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet, dass eine Positionsbestimmungseinrichtung (24) zur Übermittlung der aktuellen Fahrzeugposition an die Steuereinrichtung (20) angeschlossen ist.
- 30 11. Einrichtung zur Verhinderung einer Kollision zwischen zwei Schienenfahrzeugen (1, 2) nach einem der Ansprüche 9 oder 10,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Steuereinrichtung (20) eine Schnittstelle (23) zur Datenkommunikation mit einer Fahrzeugsteuerung (26) umfasst, über welche ein Bremsbefehl an die Fahrzeugsteuerung (26) übertragbar ist.

5

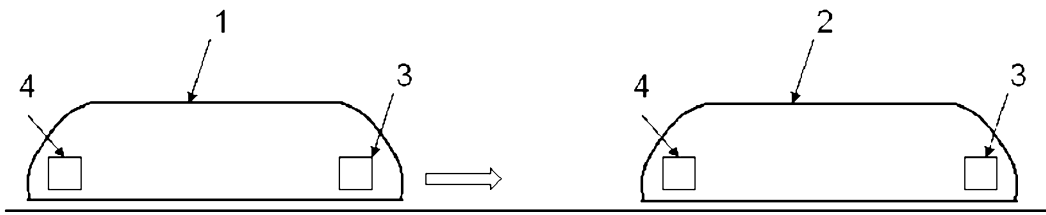


Fig. 1

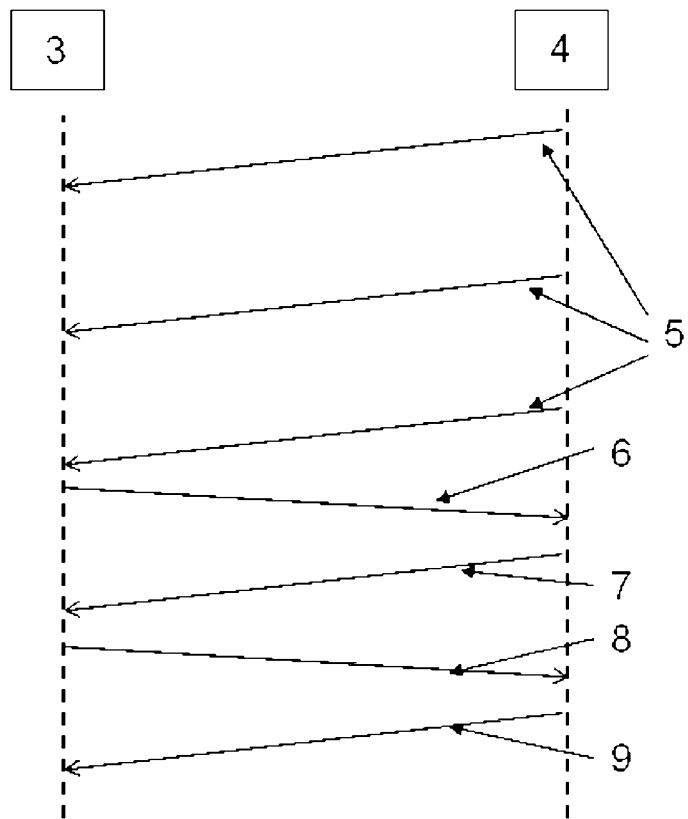


Fig. 2

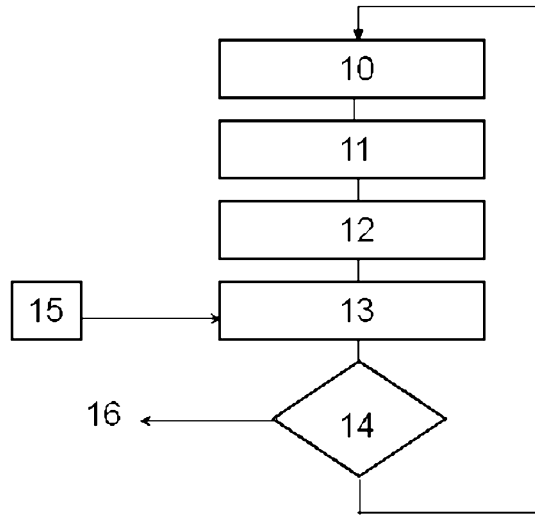


Fig. 3

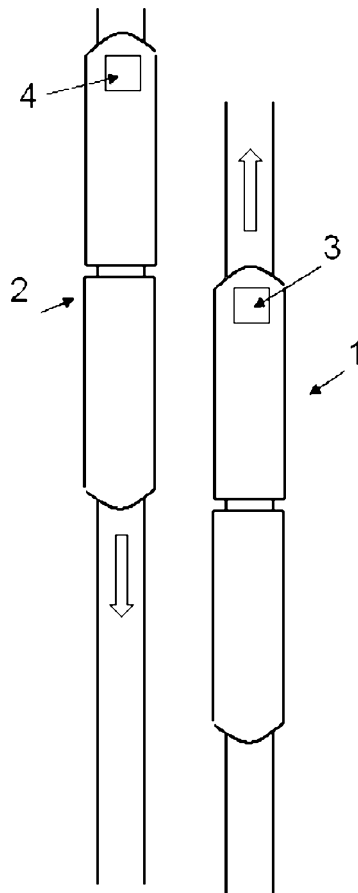


Fig. 4

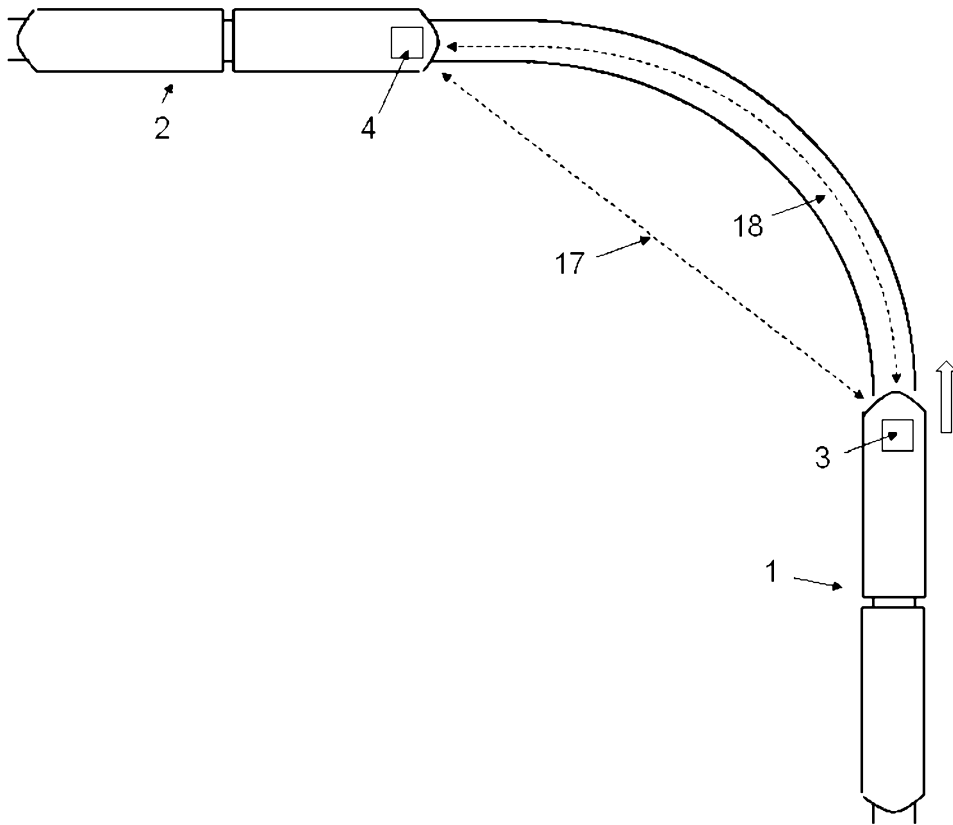


Fig. 5

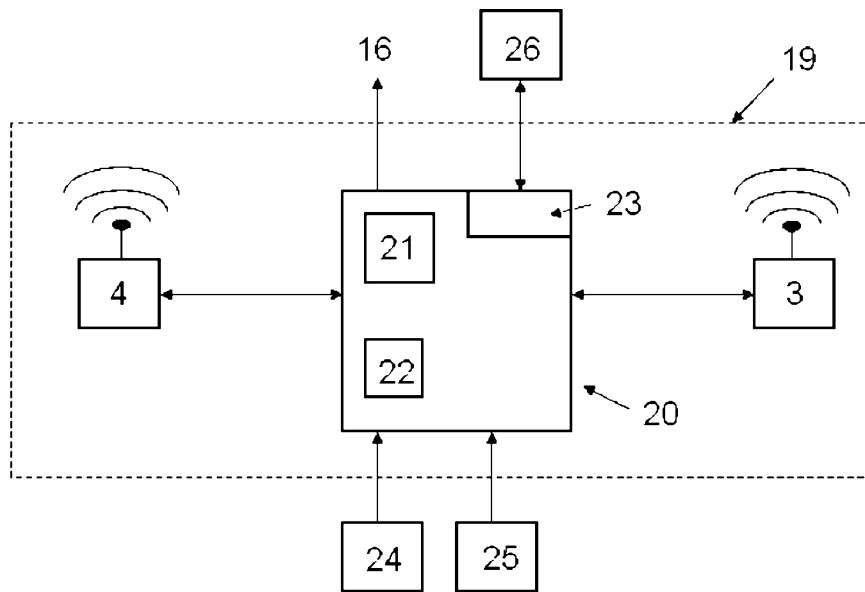


Fig. 6

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC:
B61L 23/34 (2006.01); **B61L 25/02** (2006.01); **G01S 13/74** (2006.01)

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß CPC:
B61L 23/34 (2013.01); **B61L 25/025** (2013.01); **B61L 25/028** (2013.01); **B61L 2205/04** (2013.01);
G01S 13/74 (2013.01)

Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation):
 B61L, G01S

Konsultierte Online-Datenbank:
 WPIAP, EPODOC, PATENW, PATDEW

Dieser Recherchenbericht wurde zu den am **08.08.2017** eingereichten Ansprüchen **1-11** erstellt.

Kategorie ¹⁾	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
X	US 4864306 A (WIITA FLOYD L [US]) 05. September 1989 (05.09.1989) Figuren 1 bis 3 und Beschreibung der Figuren insbesondere der 1. Absatz der Beschreibung, "Summary of Invention", der 2. Absatz von "A. Transponder Signal components", die ersten drei Absätze von "B: Transponder System data processing" sowie der vorletzte Absatz der Beschreibung	1-11
X	WO 2015034923 A2 (METROM RAIL LLC [US]) 12. März 2015 (12.03.2015) Figuren 1, 2, 4, 5 und 7-9 und Beschreibung der Figuren, insbesondere die Absätze [0009], [0012], [0040], [0041], [0043], [0048], [0066] - [0068], [0072], [0125] und [0132]	1-11
X	KR 101130437 B1 (POSCO ICT CO LTD [KR]) 02. April 2012 (02.04.2012) Figuren 4 bis 6 und englische Übersetzung der Beschreibung ermittelt am 12.7.2018 aus EPOQUE: TXPKREB-Datenbank	9, 10

Datum der Beendigung der Recherche: 11.07.2018 Seite 1 von 1 Prüfer(in): KOSKARTI Ferdinand

¹⁾ **Kategorien** der angeführten Dokumente:
X Veröffentlichung von **besonderer Bedeutung**: der Anmeldungsgegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden.
Y Veröffentlichung von **Bedeutung**: der Anmeldungsgegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese **Verbindung für einen Fachmann naheliegend** ist.
A Veröffentlichung, die den allgemeinen **Stand der Technik** definiert.
P Dokument, das von **Bedeutung** ist (Kategorien X oder Y), jedoch **nach dem Prioritätstag** der Anmeldung veröffentlicht wurde.
E Dokument, das von **besonderer Bedeutung** ist (Kategorie X), aus dem ein „**älteres Recht**“ hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen).
& Veröffentlichung, die Mitglied der selben **Patentfamilie** ist.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Verhinderung einer Kollision zwischen zwei Schienenfahrzeugen (1, 2), welche jeweils in Fahrtrichtung vorne mit einem ersten Transponder (3) und in Fahrtrichtung hinten mit einem zweiten Transponder (4) ausgestattet sind, mit folgenden Verfahrensschritten:
- Aussenden eines Identifikationssignals (5) durch einen zweiten Transponder (4),
 - bei Empfang eines Identifikationssignals (5) durch einen ersten Transponder (3) Aussenden eines Abfragesignals (6) durch den ersten Transponder (3),
 - bei Empfang des Abfragesignals (6) durch den zweiten Transponder (4) Aussenden eines Antwortsignals durch den zweiten Transponder (4),
 - Ermitteln der Position des Schienenfahrzeugs (1)
 - Ermitteln eines Abstands (17) zwischen dem ersten und dem zweiten Transponder (3, 4),
 - Ermitteln der Weglänge (18) zwischen dem ersten und dem zweiten Transponder (3, 4) unter Verwendung der ermittelten Position des Schienenfahrzeugs (1) und der Gleistopologie,
 - Ermitteln einer Kollisionswahrscheinlichkeit aus der Weglänge (18) und mindestens einem weiteren Betriebsparameter (15),
 - Ausgeben eines Warnsignals (16) wenn die Kollisionswahrscheinlichkeit einen bestimmten Schwellwert überschreitet.
2. Verfahren zur Verhinderung einer Kollision zwischen zwei Schienenfahrzeugen (1, 2) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kollisionswahrscheinlichkeit daran erkannt wird, dass

eine bestimmte Mindestbremsleistung erforderlich ist um eine Kollision zu vermeiden.

3. Verfahren zur Verhinderung einer Kollision zwischen
5 zwei Schienenfahrzeugen (1, 2) nach Anspruch 1 oder 2
dadurch gekennzeichnet, dass zur Ermittlung der
Position des Schienenfahrzeugs die von einer
Positionsbestimmungseinrichtung (24) abgesandten Daten
herangezogen werden, wobei bei einem Ausfall dieser
10 Daten eine weitere kontinuierliche Positionsbestimmung
mittels Koppelnavigation erfolgt.
4. Verfahren zur Verhinderung einer Kollision zwischen
zwei Schienenfahrzeugen (1, 2) nach einem der Ansprüche
15 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet, dass der mindestens eine
weitere Betriebsparameter die Relativgeschwindigkeit
der Fahrzeuge (1, 2) oder die maximal erzielbare
Bremsleistung oder die Neigung der Strecke ist.
20
5. Verfahren zur Verhinderung einer Kollision zwischen
zwei Schienenfahrzeugen (1, 2) nach einem der Ansprüche
1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet, dass das Identifikationssignal
25 (5) mindestens eine weitere Informationen umfasst,
insbesondere die Linie des Schienenfahrzeugs, die
Kompaßrichtung, die aktuelle Fahrgeschwindigkeit, eine
Fahrzeugidentifikationsnummer, eine Position.
- 30 6. Verfahren zur Verhinderung einer Kollision zwischen
zwei Schienenfahrzeugen (1, 2) nach einem der Ansprüche
1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet, dass die Aussendungen der

ersten Transponder (3) desselben Fahrzeugs ignoriert werden.

7. Verfahren zur Verhinderung einer Kollision zwischen
5 zwei Schienenfahrzeugen (1, 2) nach einem der Ansprüche
1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet, dass ein Warnsignal oder ein
Bremsbefehl abgegeben wird, wenn die aktuelle
Fahrgeschwindigkeit die für den aktuell befahrenen
10 Streckenabschnitt zulässige Geschwindigkeit
überschreitet.
8. Verfahren zur Verhinderung einer Kollision zwischen
15 zwei Schienenfahrzeugen (1, 2) nach einem der Ansprüche
1 bis 7,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Kommunikation zwischen den ersten und den zweiten
Transpondern (3, 4) mittels eines Ultra-Breitband
20 Verfahrens erfolgt.
9. Einrichtung zur Verhinderung einer Kollision zwischen
zwei Schienenfahrzeugen (1, 2),
dadurch gekennzeichnet, dass
25 ein Schienenfahrzeug (1, 2) mit einer Steuereinrichtung
(20) und je einen ersten und zweiten Transponder (3, 4)
ausgestattet ist, welche zur Datenübertragung mit der
Steuereinrichtung (20) eingerichtet sind sowie eine
Positionsbestimmungseinrichtung (24) zur Übermittlung
30 der aktuellen Fahrzeugposition welche an die
Steuereinrichtung (20) angeschlossen ist und wobei die
Steuereinrichtung (20) eine Schnittstelle (23) zur
Datenkommunikation mit einer Fahrzeugsteuerung (26)

umfasst, über welche ein Bremsbefehl an die Fahrzeugsteuerung (26) übertragbar ist.

FIG 1

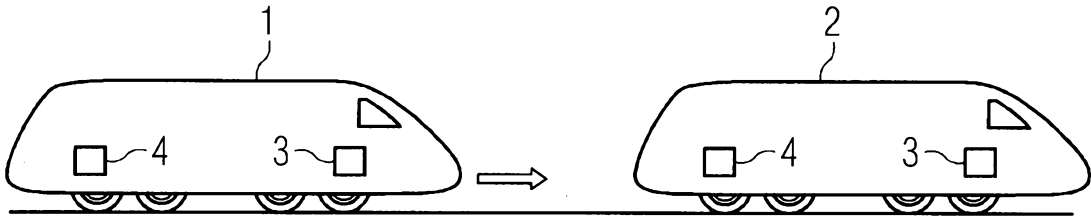


FIG 2

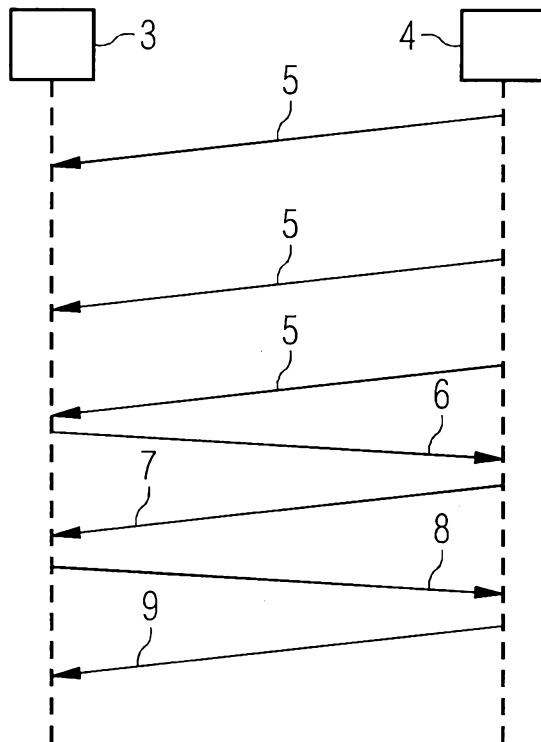


FIG 3

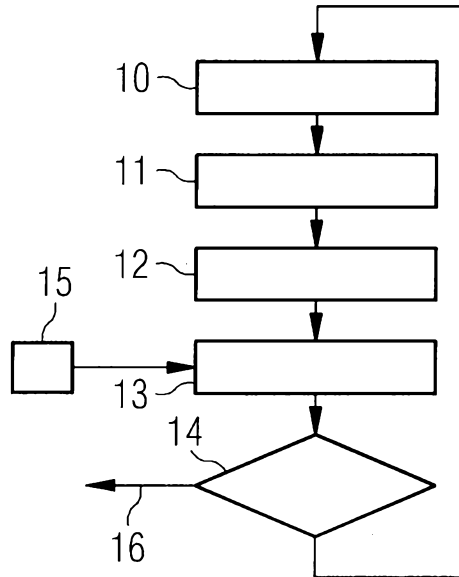


FIG 4

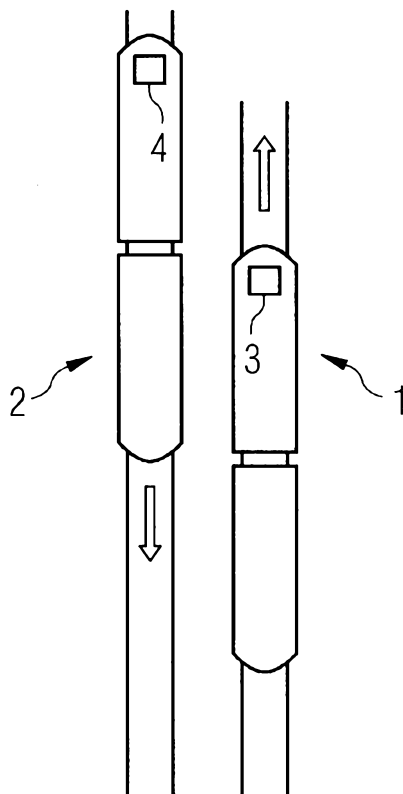


FIG 5

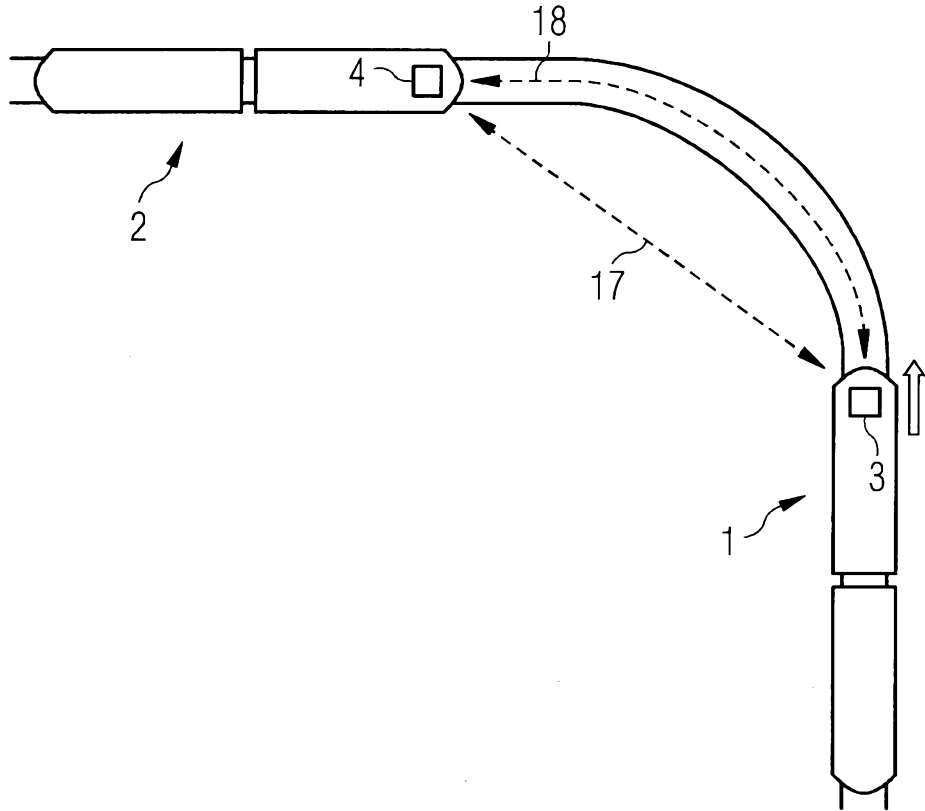


FIG 6

