



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
12.10.2022 Patentblatt 2022/41

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
B61L 23/00^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **22162651.8**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
B61L 23/007; B61L 2027/204

(22) Anmeldetag: **17.03.2022**

(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

(71) Anmelder: **Stadler Rail AG**
9565 Bussnang (CH)

(72) Erfinder:
• **Scheiner, David**
8802 Kilchberg (CH)
• **Sigg, Daniel**
8400 Winterthur (CH)

(30) Priorität: **19.03.2021 CH 2962021**

(74) Vertreter: **Hepp Wenger Ryffel AG**
Friedtalweg 5
9500 Wil (CH)

(54) **VERHINDERUNG EINER KOLLISION EINES SCHIENENFAHRZEUGES AN EINEM KNOTENPUNKT IN EINEM CBTC SYSTEM**

(57) Die Erfindung betrifft ein computerimplementiertes Verfahren zur Verhinderung einer Kollision eines Schienenfahrzeuges an einem Knotenpunkt. Das Verfahren umfasst die folgenden Schritte: Bereitstellen von Modelldaten eines Schienenstreckennetzes, wobei die Modelldaten des Schienenstreckennetzes die Daten einer ersten Kante und einer zweiten Kante sowie einen Knotenpunkt und insbesondere eine Sicherheitsdistanz (5) umfasst, wobei die erste Kante und die zweite Kante durch den Knotenpunkt verbunden sind und die Sicherheitsdistanz (5) insbesondere auf einer Kante liegt, wobei insbesondere die Sicherheitsdistanz (5) an den Knotenpunkt angrenzt oder diesen umschließt, Empfangen einer Anfrage für die Reservierung einer Fahrstrasse eines Schienenfahrzeuges auf einem CBTC-Leitmodul (12), Ermitteln einer gewünschten Fahrstrasse (10) für das Schienenfahrzeug, wobei die Fahrstrasse auf mindestens einer Kante liegt, und wobei sich die Fahrstrasse in Fahrtrichtung vor dem Schienenfahrzeug befindet und zumindest derartig bemessen ist, dass das Schienenfahrzeug innerhalb der Länge der Fahrstrasse abbremsbar, insbesondere im Wesentlichen ruckfrei abbremsbar ist, Senden der Daten der gewünschten Fahrstrasse (10) an einen CBTC-Streckenmodul (13) zur Überprüfung, ob ein Ende der gewünschten Fahrstrasse (10) in einer Sicherheitsdistanz (5) eines Knotenpunktes liegt.

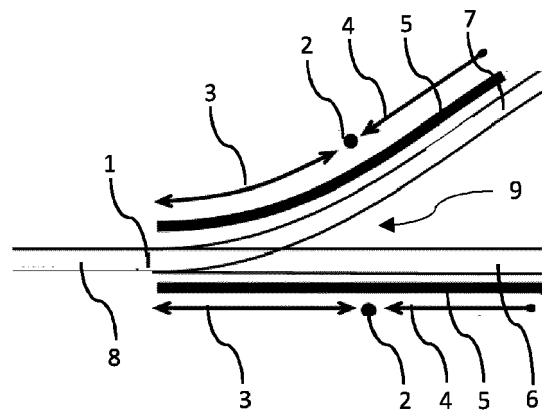


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein computerimplementiertes Verfahren zur Verhinderung einer Kollision eines Schienenfahrzeuges an einem Knotenpunkt, ein CBTC-Leitmodul, ein CBTC-Streckenmodul und ein bordseitiges CBTC-Modul zur Datenverarbeitung, ein System umfassend ein CBTC-Leitmodul und ein bordseitiges CBTC-Modul, ein Computerprogrammprodukt sowie ein computerlesbares Speichermedium.

[0002] Communication-based-train-control (CBTC) sind Systeme zur Zugbeeinflussung und zur Sicherung von Zugfahrten. Bei einem solchen CBTC-System findet eine in zwei Richtungen arbeitende Datenkommunikation zwischen dem bordseitigen CBTC-Modul und ein CBTC-Streckenmodul und ein CBTC-Leitmodul statt. Dadurch können die Schienenfahrzeuge im wandernden Raumabstand fahren und das Schienenstreckennetz kann effizient genutzt werden. Solche CBTC-Systeme sind bekannt. Die bestehenden CBTC-Systeme weisen den Nachteil auf, dass Schienenfahrzeuge auch im Bereich eines Knotenpunktes zum Stehen kommen können. Dies ist mit Nachteilen verbunden, da insbesondere im Bereich von Knotenpunkten Konflikte mit anderen Schienenfahrzeugen entstehen können.

[0003] Es ist daher die Aufgabe der Erfindung die Nachteile des Stands der Technik zu überwinden und insbesondere ein Verfahren, CBTC-Leitmodul, CBTC-Streckenmodul und bordseitiges CBTC-Modul zur Datenverarbeitung, System umfassend ein CBTC-Leitmodul und ein bordseitiges CBTC-Modul, Computerprogrammprodukt sowie ein computerlesbares Speichermedium und ein Schienenfahrzeug zu schaffen, bei denen die Schienenfahrzeuge nicht im Bereich eines Knotenpunktes zum Stehen kommen können.

[0004] Die Aufgabe der Erfindung wird durch ein computerimplementiertes Verfahren zur Verhinderung einer Kollision eines Schienenfahrzeuges an einem Knotenpunkt, ein CBTC-Leitmodul, ein CBTC-Streckenmodul und ein bordseitiges CBTC-Modul zur Datenverarbeitung, ein System umfassend ein CBTC-Leitmodul und ein bordseitiges CBTC-Modul, ein Computerprogrammprodukt sowie ein computerlesbares Speichermedium und ein Schienenfahrzeug gemäß den unabhängigen Ansprüchen gelöst.

[0005] Insbesondere wird die Aufgabe gelöst durch ein computerimplementiertes Verfahren zur Verhinderung einer Kollision eines Schienenfahrzeugs an einem Knotenpunkt. Das Verfahren umfasst die folgenden Schritte:

- Bereitstellen von Modelldaten eines Schienenstreckennetzes, wobei die Modelldaten des Schienenstreckennetzes die Daten einer ersten Kante und einer zweiten Kante sowie einen Knotenpunkt umfassen. Die Modelldaten können auch eine Sicherheitsdistanz umfassen. Die erste Kante und die zweite Kante sind durch den Knotenpunkt verbunden. Die Sicherheitsdistanz kann auf einer Kante liegen. Die

Sicherheitsdistanz kann an den Knotenpunkt angrenzen oder diesen umschliessen.

- Empfangen einer Anfrage für die Reservierung einer Fahrstrasse eines Schienenfahrzeuges auf einem CBTC-Leitmodul.
- Ermitteln einer gewünschten Fahrstrasse für das Schienenfahrzeug, wobei die Fahrstrasse auf mindestens einer Kante liegt, und wobei sich die Fahrstrasse in Fahrtrichtung vor dem Schienenfahrzeug befindet und zumindest derartig bemessen ist, dass das Schienenfahrzeug innerhalb der Länge der Fahrstrasse abbremsbar ist. Das Schienenfahrzeug kann ruckfrei abbremsbar sein.
- Senden der Daten der gewünschten Fahrstrasse an ein CBTC-Streckenmodul zur Überprüfung, ob ein Ende der gewünschten Fahrstrasse in einer Sicherheitsdistanz eines Knotenpunktes liegt.

[0006] Dadurch, dass der Knotenpunkt eine Sicherheitsdistanz aufweist, ist gewährleistet, dass ein Schienenfahrzeug nicht im Bereich des Knotenpunktes zum Stehen kommen kann. Somit sorgt ein derartiges Verfahren dafür, dass Schienenfahrzeuge nicht im Bereich eines Knotenpunktes zum Stehen kommen können. Dadurch weisen Schienenfahrzeuge im Konfliktfall einen gewissen Abstand zu dem Knotenpunkt auf und andere Schienenfahrzeuge können den Knotenpunkt ungestört passieren. Somit ist die Wahrscheinlichkeit von Kollisionen zwischen zwei Schienenfahrzeugen und Unfällen am Knotenpunkt deutlich reduziert und die Effizienz und Sicherheit des mit einem solchen Verfahren betriebenen Streckennetzes steigt.

[0007] Der Sicherheitsdistanz kann einen Flankenschutzbereich und einem Durchrutschweg umfassen. Aus Sicht des Schienenfahrzeugs in Fahrtrichtung auf den Knotenpunkt ist dann der Durchrutschweg vor dem Flankenschutzbereich angeordnet. Die Anfrage für die Reservierung einer Fahrstrasse eines Schienenfahrzeuges auf einem CBTC-Leitmodul kann von dem CBTC-Leitmodul mittels einer kabelgebundenen oder drahtlosen Kommunikationseinrichtung empfangen werden. Es ist auch möglich, dass die Kommunikationseinrichtung sowohl kabelgebunden als auch drahtlos ausgebildet ist. Die Fahrstrasse, die vor dem Schienenfahrzeug liegt, ist so bemessen, dass das Schienenfahrzeug innerhalb der Länge der Fahrstrasse abbremsbar, insbesondere im Wesentlichen ruckfrei abbremsbar ist. Die Fahrstrasse kann somit eine fixe Länge aufweisen, die anhand der Höchstgeschwindigkeit des Schienenfahrzeugs bemessen ist. Auch eine Bemessung der Fahrstrasse anhand der Streckenhöchstgeschwindigkeit ist möglich. Es ist auch möglich, dass die Fahrstrasse kontinuierlich oder in kurzen Intervallen anhand der tatsächlich gefahrenen Geschwindigkeit des Schienenfahrzeugs bemessen wird.

[0008] Das Senden der Daten der gewünschten Fahrstrasse an ein CBTC-Streckenmodul kann kabelgebunden oder drahtlos erfolgen. Auch eine Kombination aus drahtgebundener Kommunikation und drahtloser Kommunikation ist denkbar. Das CBTC Streckenmodul, das CBTC-Leitmodul sowie das bordseitige CBTC-Modul können daher Kommunikationsmittel zum Senden und oder Empfangen von Informationen, wie beispielsweise eine Antenne oder ein Leckkabel (leaky feeder cable), insbesondere für bi-direktionale Kommunikation, umfassen.

[0009] In dem Verfahren kann der Knotenpunkt eine Verbindung von der ersten Kante, der zweiten Kante und einer dritten Kante sein. Es ist auch möglich, dass der Knotenpunkt eine Verbindung von einer ersten Kante, einer zweiten Kante, einer dritten Kante und einer vierten Kante ist. Es ist auch möglich, dass weitere Kanten an den Knotenpunkt angeschlossen sind.

[0010] Dies hat den Vorteil, dass das Verfahren auf alle gängigen Streckennetze anwendbar ist. Das Verfahren kann somit auf Streckennetze mit einfachen Weichen, Doppelweichen, oder Kreuzungsweichen angewendet werden. Wenn das Verfahren auf ein gängiges Schienenstreckennetz angewendet werden soll, ist es nicht nötig, die Weichen oder die Schienen in ihrer Struktur umzubauen.

[0011] Es ist möglich, dass ein Knotenpunkt zwischen einer ersten Kante und einer zweiten Kante liegt. Ein Knotenpunkt muss somit nicht zwingend, kann jedoch eine Weiche eines Streckennetzes repräsentieren. Ein Knotenpunkt kann auch die Repräsentation einer Strecke in mehrere Segmente aufteilen, die dann die Kanten sind.

[0012] Bei dem Verfahren kann die Fahrstrasse zumindest jeweils einen Wert für eine Kante, einen Startpunkt und einen Endpunkt umfassen.

[0013] Durch die Werte ist sowohl der Ort der Fahrstrasse als auch die Fahrtrichtung des Schienenfahrzeuges auf der Fahrstrasse definiert. Dadurch kann das Verfahren äusserst präzise und effizient durchgeführt werden.

[0014] Es ist möglich, dass die Fahrstrasse Werte von mehreren Kanten umfasst. Dann liegt die Fahrstrasse auf mehreren Kanten. Der Startpunkt und der Endpunkt der Fahrstrasse weisen dann jeweils auch einen Wert einer Kante auf. Dann ist definiert, auf welchen Kanten die Fahrstrasse liegt und wo die Fahrstrasse startet und wo die Fahrstrasse endet.

[0015] Alternativ oder zusätzlich wird die Aufgabe weiterhin durch ein computerimplementiertes Verfahren zur Verhinderung einer Kollision eines Schienenfahrzeuges an einem Knotenpunkt gelöst, insbesondere durch ein Verfahren wie vorhergehend beschrieben. Das Verfahren umfasst die folgenden Schritte:

- Empfangen von Daten einer gewünschten Fahrstrasse von dem CBTC-Leitmodul auf einem CBTC-Streckenmodul,

- Bereitstellen von Modelldaten eines Schienenstreckennetzes auf dem CBTC-Streckenmodul, wobei die Modelldaten des Schienenstreckennetzes die Daten einer ersten Kante und einer zweiten Kante sowie einen Knotenpunkt und einen Sicherheitsbereich umfassen, wobei die erste Kante und die zweite Kante durch den Knotenpunkt verbunden sind und der Sicherheitsbereich zumindest teilweise auf einer Kante liegt, wobei der Sicherheitsbereich an den Knotenpunkt angrenzt oder diesen umschliesst,

- Bereitstellen von Daten für reservierte Fahrstrassen, insbesondere auf dem CBTC-Streckenmodul,

- Vergleichen der Daten der gewünschten Fahrstrasse mit den Daten für den Sicherheitsbereich und insbesondere der reservierten Fahrstrassen,

- Durchführung einer Fahrstrassenkonfliktprüfung: Sofern die gewünschte Fahrstrasse nicht in einem Sicherheitsbereich endet und insbesondere die gewünschte Fahrstrasse nicht mit einer reservierten Fahrstrasse überlappt, Einstellen der freigegebenen Fahrstrasse für das Schienenfahrzeug und Senden einer Fahrerlaubnis an das Schienenfahrzeug, insbesondere an ein bordseitiges CBTC-Modul. Sofern die gewünschte Fahrstrasse in einem Sicherheitsbereich endet und/oder insbesondere die gewünschte Fahrstrasse mit einer reservierten Fahrstrasse überlappt, senden eines Fahrverbotes an das Schienenfahrzeug, insbesondere an ein bordseitiges CBTC-Modul.

[0016] Ein solches Verfahren ist unkompliziert und effizient durchführbar. Das Verfahren sorgt dafür, dass Schienenfahrzeuge nicht miteinander kollidieren können. Die Schienenfahrzeuge können sowohl auf einen Knotenpunkt als auch auf einer freien Strecke durch das Verfahren nicht miteinander kollidieren. Dies ermöglicht eine sehr hohe Sicherheit des Schienenfahrzeugverkehrs auf einem Netz, welches mit einem solchen Verfahren betrieben wird.

[0017] Der Empfang von Daten einer gewünschten Fahrstrasse von dem CBTC-Leitmodul durch das CBTC-Streckenmodul kann mittels drahtloser Kommunikation oder mittels kabelgebundener Kommunikation erfolgen. Auch eine Kombination aus drahtgebundener Kommunikation und drahtloser Kommunikation ist möglich. Die Daten der reservierten Fahrstrassen können Fahrstrassen von anderen Schienenfahrzeugen umfassen. Die Daten der reservierten Fahrstrassen können auch im Wesentlichen alle Fahrstrassen umfassen, die auf dem Streckennetz zu dem entsprechenden Zeitpunkt freigegeben sind.

[0018] Die Daten der Sicherheitsdistanz können beispielsweise Werte für die Kante, auf der die Sicherheitsdistanz liegt, sowie den Startpunkt und den Endpunkt der Sicherheitsdistanz umfassen. Somit kann die Kante, auf

der die Sicherheitsdistanz liegt, identifiziert werden und auf der Kante kann der Startpunkt der Sicherheitsdistanz sowie der Endpunkt der Sicherheitsdistanz identifiziert werden.

[0019] Es ist auch möglich, dass die Sicherheitsdistanz Werte von zwei Kanten umfasst. Dann liegt die Sicherheitsdistanz auf zwei Kanten. Die zwei Kanten, auf denen die Sicherheitsdistanz liegt, können an einem Knotenpunkt angrenzen. Dann verläuft die Sicherheitsdistanz über den entsprechenden Knotenpunkt. Die Daten der reservierten Fahrstrassen können Werte für die Kante, auf der die Fahrstrasse liegt, sowie den Startpunkt und den Endpunkt der Fahrstrasse umfassen. Dann ist immer ersichtlich, auf welcher Kante die Fahrstrasse liegt und wo sie ihren Startpunkt und wo sie ihren Endpunkt aufweist. Es ist auch möglich, dass die Fahrstrasse Werte von zwei oder mehr Kanten umfasst. Durch den Fahrstrassenstartpunkt und den Fahrstrassenendpunkt ist ausserdem die Bewegungsrichtung des Schienenfahrzeuges ersichtlich. Es ist auch möglich, dass die Fahrstrasse über eine Vielzahl von Kanten und Knoten angeordnet ist.

[0020] Bei dem Vergleich der Daten der gewünschten Fahrstrasse mit den Daten für die Sicherheitsdistanz und insbesondere der reservierten Fahrstrasse ist es möglich, dass zunächst geprüft wird, ob die Werte der Kanten der gewünschten Fahrstrasse, der Sicherheitsdistanz und den reservierten Fahrstrassen übereinstimmen. Falls die Werte übereinstimmen, können weiterhin der Fahrstrassenstartwert sowie der Fahrstrassenendwert mit dem Sicherheitsdistanzstartwert und dem Sicherheitsdistanzendwert sowie dem Startwert der reservierten Fahrstrasse und dem Endwert der reservierten Fahrstrassen verglichen werden.

[0021] Sollte ein Startpunkt einer gewünschten Fahrstrasse oder ein Endpunkt einer gewünschten Fahrstrasse im Bereich der Sicherheitsdistanz, also im Bereich zwischen dem Startpunkt der Sicherheitsdistanz und dem Endpunkt der Sicherheitsdistanz liegen, würde dies dazu führen, dass die gewünschte Fahrstrasse nicht freigegeben wird. Dasselbe gilt, wenn ein Startpunkt einer gewünschten Fahrstrasse oder ein Endpunkt einer gewünschten Fahrstrasse im Bereich einer reservierten Fahrstrasse, also im Bereich zwischen dem Startpunkt und dem Endpunkt einer reservierten Fahrstrasse liegt.

[0022] Die Kommunikation zwischen dem CBTC-Streckenmodul und dem Schienenfahrzeug kann drahtlos oder kabelgebunden erfolgen. Es ist auch möglich, dass die Kommunikation aus einer Mischung aus einem kabelgebundenen System und einem nicht kabelgebundenen System stattfindet.

[0023] Bei den Verfahren kann das CBTC-Streckenmodul die Positionsdaten des Schienenfahrzeuges empfangen.

[0024] Dadurch ist es möglich, dass das CBTC-Streckenmodul die Positionsdaten des Schienenfahrzeuges verarbeitet. Dann kann das Verfahren effizient und präzise ausgeführt werden. Die Positionsdaten des Schie-

nenfahrzeuges können beispielsweise geografische Positionsdaten enthalten. Die Positionsdaten des Schienenfahrzeuges können auch die Kante auf denen das Schienenfahrzeug sich befindet enthalten sowie einen Streckenkilometer. Es ist auch möglich, dass die Positionsdaten sowohl aus einem geografischen Ort als auch aus der Kante, auf der sich das Schienenfahrzeug befindet und einem Streckenkilometer, auf dem sich das Schienenfahrzeug befindet, bestehen. Es ist auch möglich, dass die Positionsdaten weitere Daten umfassen, beispielsweise die aktuelle Geschwindigkeit und die aktuelle Fahrtrichtung des Schienenfahrzeuges.

[0025] In dem Verfahren können die Positionsdaten des Schienenfahrzeuges mit zumindest einem Wert der freigegebenen Fahrstrasse verglichen werden. Die Fahrstrasse kann dann aufgelöst werden, sofern die Positionsdaten des Schienenfahrzeuges ausserhalb der freigegebenen Fahrstrasse liegen. Dann werden die freigegebenen Fahrstrassen, die das Schienenfahrzeug befahren hat, nach dem Verlassen der Fahrstrasse aufgelöst. Es ist auch möglich, dass ein Auflösesignal an das Schienenfahrzeug gesendet wird, wenn die freigegebene Fahrstrasse aufgelöst wird. Das Auflösesignal kann an das bordseitige CBTC-Modul gesendet werden.

[0026] Das Auflösesignal an das Schienenfahrzeug kann kabellos oder mit einem Kabel an das Schienenfahrzeug gesendet werden. Auch eine Kombination aus kabelgebundener Kommunikation und drahtloser Kommunikation ist möglich. Es ist möglich, dass die Positionsdaten des Schienenfahrzeuges die Kante umfassen, auf der sich das Schienenfahrzeug befindet und diese Kante mit dem Wert der Kante der freigegebenen Fahrstrasse verglichen wird. Wenn die Daten nicht übereinstimmen, dann kann die freigegebene Fahrstrasse aufgelöst werden. Es ist auch möglich, dass die Positionsdaten des Schienenfahrzeuges sowohl die Kante, auf der sich das Schienenfahrzeug befindet, als auch ein Streckenkilometer umfassen und diese Daten mit den Daten der freigegebenen Fahrstrasse verglichen werden.

[0027] In dem Verfahren kann zumindest eine erforderliche Weichenstellung einer Schienenweiche auf der freigegebenen Fahrstrasse ermittelt werden. Ausserdem kann eine tatsächliche Weichenstellung empfangen werden. Sofern die erforderliche Weichenstellung nicht der tatsächlichen Weichenstellung entspricht, kann ein Signal gesendet werden, welches eine Anpassung der Weichenstellung auslöst.

[0028] Durch ein solches Verfahren ist es somit möglich, auch Weichen auf einem Schienenstreckennetz entsprechend den Fahrstrassen zu stellen und so Züge zu lenken.

[0029] Das Signal von der Schienenweiche und das Signal zu der Schienenweiche können kabelgebunden oder ohne drahtlos gesendet werden. Auch eine Kombination aus kabelgebundener und drahtloser Kommunikation ist denkbar.

[0030] Alternativ oder zusätzlich wird die Aufgabe wei-

terhin durch ein computerimplementiertes Verfahren, insbesondere durch ein Verfahren wie vorhergehend beschrieben, zur Verhinderung einer Kollision eines Schienenfahrzeuges an einem Knotenpunkt, gelöst. Das Verfahren umfasst die folgenden Schritte:

- Empfangen einer Freigabe für eine Fahrstrasse von einem CBTC-Streckenmodul,
- optional Anzeigen der Freigabe auf einer Anzeigeeinrichtung des bordseitigen CBTC-Moduls,
- optional Freigabe der Bedieneinrichtungen des Schienenfahrzeuges für Steuerbefehle eines Schienenfahrzeugführers,
- Insbesondere, Senden der Schienenfahrzeugposition an ein CBTC-Leitmodul und/oder an ein CBTC-Streckenmodul.

[0031] Durch ein solches Verfahren kann ein Schienenfahrzeug effizient und sicher gesteuert werden. Durch das optionale Anzeigen der Freigabe auf einer Anzeigeeinrichtung des bordseitigen CBTC-Moduls ist die Bedienung des Schienenfahrzeugs durch ein Schienenfahrzeugführer äusserst unkompliziert und einfach. Dadurch werden menschliche Fehler bei der Führung eines Schienenfahrzeuges minimiert. Durch die Freigabe der Bedieneinrichtungen des Schienenfahrzeuges für Steuerbefehle eines Schienenfahrzeugs wird gewährleistet, dass ein Schienenfahrzeugführer das Schienenfahrzeug nur bedienen kann, wenn die Fahrstrasse freigegeben ist. Auch dadurch werden menschliche Fehler bei der Steuerung des Schienenfahrzeuges verhindert bzw. minimiert. Dadurch ergibt sich für den gesamten Schienenfahrzeugverkehr, der mit dem Verfahren abgewickelt wird, eine äusserst hohe Effizienz und Sicherheit.

[0032] Es ist möglich, dass das Anzeigen der Freigabe auf einer Anzeigeeinrichtung des bordseitigen CBTC-Moduls in dem Führerstand des Schienenfahrzeugs erfolgt, welcher in Fahrtrichtung angeordnet ist. Es ist auch möglich, dass das Anzeigen der Freigabe auf Anzeigeeinrichtungen des bordseitigen CBTC-Moduls in beiden Führerständen erfolgt.

[0033] Bei dem Verfahren kann bei dem Empfang eines Fahrverbotes vom CBTC-Streckenmodul das Fahrverbot auf der Anzeigeeinrichtung des bordseitigen CBTC-Moduls angezeigt werden. Es ist möglich, dass gleichzeitig ein automatisches Bremsen des Schienenfahrzeuges ausgelöst wird.

[0034] Ein solches Verfahren sorgt dafür, das Schienenfahrzeug auf einem Schienenfahrzeugstreckennetz äusserst effizient und sicher betrieben werden können. Durch das Anzeigen des Fahrverbotes auf der Anzeigeeinrichtung des ist die Erfassung des Fahrverbotes von einem Schienenfahrzeugführer äusserst einfach. Menschliche Fehler werden so minimiert.

[0035] Es ist möglich, dass das Fahrverbot visuell an-

gezeigt wird. Es ist auch möglich, dass das Fahrverbot akustisch angezeigt wird. Es ist auch möglich, dass das Fahrverbot sowohl akustisch als auch visuell angezeigt wird. Es ist möglich, dass die Bedieneinrichtungen des Schienenfahrzeugs für Steuerbefehle eines Schienenfahrzeugführers elektronisch gesperrt werden. Dann lassen sich die Steuereinrichtungen eines Schienenfahrzeugs noch bewegen, aber das Schienenfahrzeug führt die Steuerbefehle nicht aus. Es ist auch möglich, dass die Bedieneinrichtungen des Schienenfahrzeugs physisch arretiert werden. Dann kann ein Schienenfahrzeugführer die Bedieneinrichtungen des Schienenfahrzeuges nicht bewegen.

[0036] Die Anzeigeeinrichtung kann eine digitale Einrichtung sein. Die Anzeigeeinrichtung kann auch eine oder mehrere Leuchtmittel umfassen. Es ist auch möglich, dass die Anzeigeeinrichtung Lautsprecher umfasst. Das automatische Bremsen des Schienenfahrzeuges kann so erfolgen, dass das Schienenfahrzeug im Wesentlichen ruckfrei, und somit komfortabel für die Schienenfahrzeugpassagiere abgebremst wird. Es ist auch möglich, dass die automatische Bremsung so erfolgt, dass das Schienenfahrzeug eine Vollbremsung ausführt. Die Intensität der Bremsung kann von der Geschwindigkeit des Schienenfahrzeugs abhängen. Die Geschwindigkeit der Bremsung kann auch davon abhängen, welcher Konflikt auf dem Streckennetz besteht oder ob der Konflikt sehr nahe an dem aktuellen Standort des Schienenfahrzeugs ist.

[0037] Die Aufgabe der Erfindung wird weiterhin durch ein CBTC-Leitmodul zur Datenverarbeitung umfassenden Mittel zur Ausführung der Schritte des Verfahrens wie vorhergehend beschrieben gelöst.

[0038] Die Vorteile des CBTC-Leitmoduls entsprechen den Vorteilen des vorhergehend beschriebenen Verfahrens.

[0039] Die Aufgabe der Erfindung wird weiterhin durch ein CBTC-Streckenmodul zur Datenverarbeitung umfassende Mittel zur Ausführung der Schritte des Verfahrens wie vorhergehend beschrieben, gelöst.

[0040] Die Vorteile des CBTC-Streckenmoduls entsprechen den Vorteilen des vorhergehend beschriebenen Verfahrens.

[0041] Die Aufgabe der Erfindung wird weiterhin durch ein bordseitiges CBTC-Modul zur Datenverarbeitung umfassenden Mittel zur Ausführung der Schritte des Verfahrens wie vorhergehend beschrieben gelöst. Die Aufgabe wird weiterhin durch ein Schienenfahrzeug mit einem derartigen bordseitigen CBTC-Modul gelöst.

[0042] Die Vorteile des bordseitigen CBTC-Moduls entsprechen den Vorteilen des vorhergehend beschriebenen Verfahrens.

[0043] Die Aufgabe der Erfindung wird weiterhin durch ein System umfassend ein CBTC-Leitmodul wie vorhergehend beschrieben und ein bordseitiges CBTC-Modul wie vorhergehend beschrieben gelöst. Das System kann ausserdem einen CBTC-Streckenmodul wie vorhergehend beschrieben, umfassen.

[0044] Durch ein solches System können die Verfahren, welche auf dem CBTC-Leitmodul, dem bordseitigen CBTC-Modul und fakultativ auf dem CBTC-Streckenmodul ablaufen, kombiniert werden. Durch das System werden somit die Vorteile der vorhergehend beschriebenen Verfahren kombiniert. Dadurch ist es möglich, ein Schienenstreckennetz effizient und sicher zu betreiben.

[0045] Die Aufgabe der Erfindung wird ausserdem durch ein Computerprogrammprodukt, umfassend Befehle, die bei der Ausführung des Programms durch einen Computer diesen veranlassen, die Schritte des Verfahrens wie vorhergehend beschrieben auszuführen, gelöst.

[0046] Die Vorteile des Computerprogrammprodukts entsprechen den Vorteilen des vorhergehend beschriebenen Verfahrens.

[0047] Die Erfindung wird weiterhin durch ein computerlesbares Speichermedium, umfassende Befehle, die bei der Ausführung durch einen Computer diesen veranlassen, die Schritte des Verfahrens wie vorhergehend beschrieben auszuführen, gelöst.

[0048] Die Vorteile des computerlesbaren Speichermediums entsprechen den Vorteilen des vorhergehend beschriebenen Verfahrens.

[0049] Bei Weichen und Kreuzungen muss für einen darüberfahrendes Schienenfahrzeug sichergestellt werden, dass von einem anderen Gleis her keine Gefährdung durch ein anderes Schienenfahrzeug auftreten kann. Dies wird "Flankenschutz" genannt. Dazu muss sichergestellt werden, dass der Flankenschutzbereich eines Schienenfahrzeugs nicht verletzt wird, d.h. dass der notwendige Bereich frei ist, um einem Zug zu erlauben ungefährdet die Weiche oder Kreuzung zu befahren. Der Flankenschutzbereich ist Teil einer Sicherheitsdistanz. Die Sicherheitsdistanz umfasst einen Flankenschutzbereich und einen Durchrutschweg.

[0050] Da in einem CBTC-System keine Signale mehr vorhanden sind, die jeweils implizit Start und Ende einer Fahrstrasse angeben und da durch den "pure moving block" Fahrstrassen kontinuierlich mit Bewegung der Schienenfahrzeuge aufgelöst und neu angefordert werden ist es nicht per se gegeben, dass eine Fahrstrasse nicht in einem Flankenschutzbereich endet. Dies wird bei üblichen CBTC-Systemen durch aufwändige Kontrollroutinen gewährleistet.

[0051] Unter einem CBTC-System versteht man ein Zug-Kontrollsystem, dass in der Lage ist basierend auf einer bidirektionalen Kommunikationsverbindung zu den jeweiligen Zügen die Position von Zügen mit hoher Genauigkeit zu bestimmen ohne streckenseitige Einrichtungen zu verwenden und so die Sicherheit des Zugverkehrs zu gewährleisten.

[0052] Es ist daher der Gegenstand der vorliegenden Erfindung, die Nachteile des Standes der Technik zu überwinden und sicherzustellen, dass bei der Einstellung von Fahrstrassen Flankenschutzbereiche nicht verletzt werden, wobei eine einfache Implementierung möglich und keine aktive Flankenschutzsuche und Sicherstellung

notwendig ist.

[0053] Die Aufgabe wird durch ein Verfahren zum Einstellen von Fahrstrassen und ein CBTC-System gemäss den unabhängigen Ansprüchen gelöst.

[0054] Entlang von Gleisabschnitten, insbesondere von Weichenästen, wird jeweils eine Sicherheitsdistanz definiert. Fahrstrassen werden so eingestellt, dass sie immer in einer Entfernung > 0 vor der Sicherheitsdistanz eines Weichenastes enden oder über die Sicherheitsdistanz auf dem in Fahrtrichtung befindlichen Ast hinausführen. Fahrstrassen werden dynamisch am Zugende aufgelöst, d.h. die vom Zug bereits passierte Strecke wird wieder freigegeben.

[0055] Eine Fahrstraße darf also nicht innerhalb einer Sicherheitsdistanz enden. Sie muss davor enden oder über die Sicherheitsdistanz hinausführen. Bei Kreuzungen ist dies die Sicherheitsdistanz des zweiten befahrenen Weichenastes. Zusammen mit der Grundregel, dass Fahrstrassen sich nicht überlagern dürfen, wird so sichergestellt, dass alle denkbaren Konfliktfälle bei der Reservierung von Fahrstraßen an Weichen abgedeckt werden.

[0056] Das Verfahren umfasst daher die Schritte des Definierens einer Sicherheitsdistanz entlang mindestens eines Gleisabschnitts und des Einstellens einer Fahrstrasse dergestalt, dass sie ausserhalb der Sicherheitsdistanz endet.

[0057] Die Sicherheitsdistanz erstreckt sich dabei für einfache Weichen mit Abzweig eines Zweiggleises von einem Stammgleis vom Weichenherz entlang der verzweigenden Gleisabschnitte der Weiche, d.h. entlang des gerade verlaufenden und des ablenkenden Astes, bei anderen Weichentypen, z.B. Bogen-, Dreifach- oder Kreuzungsweichen analog. Im Fall einer Kreuzungsweiche werden also 4 Sicherheitsdistanzen definiert.

[0058] Die Sicherheitsdistanz umfasst einen Flankenschutzbereich und einen Durchrutschweg.

[0059] Der Flankenschutzbereich bestimmt sich mindestens aus dem Schnitt der freizuhaltenden Lichtraumprofile der Gleisäste. Der Durchrutschweg wird in bekannter Weise festgelegt. Datenbanktechnisch kann dies wie folgt umgesetzt werden:

Das Gleismodell wird als Graph, bestehend aus Knoten und Kanten modelliert. Dabei sind die Knoten Weichen und Kreuzungen (an einem Knoten > 2 Kanten), aber auch reine Gleisabschnitte können durch Knoten unterteilt werden (2 Kanten an einem Knoten). Dies bedeutet, dass ein Gleis nicht zwangsläufig eine Kante sein muss. Das Gleis kann auf N Kanten mit N-1 Knoten aufgeteilt werden z.B. um unterschiedliche erlaubte Geschwindigkeiten oder Gradienten zu erfassen. Eine Fahrstrasse ist eine verbundene Liste von zumindest Kanten oder Teilen von Kanten welche vom Startpunkt zum Endpunkt der Fahrstrasse führen. Sie ist nur gültig in der aufgelisteten Richtung und muss lückenlos sein. Um den Speicher- und Rechenbedarf zu verringern wird der Beginn der Sicherheitsdistanz als Offset zum Verbindungsknoten der jeweiligen Kante gespeichert. Die Sicherheitsdistanz bil-

det also kein eigenes Objekt in der Datenbank des Gleismodells sondern ist eine Eigenschaft der zugeordneten Kante.

[0060] Das CBTC-System kann mindestens ein Schienenfahrzeug umfassen, das über ein bordseitiges CBTC-Modul verfügt sowie ein CBTC-Stellwerk mit einem CBTC-Leitmodul, wobei das bordseitige CBTC-Modul in Kommunikationsverbindung mit dem CBTC-Leitmodul steht und das CBTC-Leitmodul so konfiguriert ist, eine Fahrstrasse derart einzustellen, dass sie ausserhalb einer Sicherheitsdistanz endet und sie dem Fahrzeug zu kommunizieren.

[0061] Figur 1 zeigt den Fall einer einfachen Weiche, die das erste Gleis 6, das zweite Gleis 7 und das dritte Gleis 8 verbindet. Ausgehend von der Weichenspitze 1 ist hier entlang des geraden Astes (erstes Gleis 6) und des ablenkenden Astes (zweites Gleis 7) je eine Sicherheitsdistanz 5 definiert. Die Sicherheitsdistanz 5 setzt sich aus dem Flankenschutzbereich 3 und dem Durchrutschweg 4 zusammen. Der Standort des Sicherheitszeichens 2 ist nur zur Referenz zu klassischen Systemen mit streckenseitigen Signalanlagen angegeben, in einem reinen CBTC-System ist es unnötig und nicht vorhanden.

[0062] Figur 2 zeigt den hypothetischen Fall einer nicht freigegebenen Fahrstrasse: Die nicht freigegebene Fahrstrasse 10 endet innerhalb der Sicherheitsdistanz 5 des geraden Weichenastes. Eine solche Fahrstrasse würde von der CBTC-Stellwerkslogik nicht zugeteilt.

[0063] Figur 3 zeigt den Fall einer freigegebenen Fahrstrasse 11: Die freigegebene Fahrstrasse 11 führt über die Sicherheitsdistanz 5 des geraden Weichenastes hinaus. Da eine eventuelle weitere Fahrstrasse entlang des abzweigenden Weichenastes des zweiten Gleises 7 nicht innerhalb seiner Sicherheitsdistanz enden darf und ebenfalls nicht zu dem dritten Gleis 8 führen darf, da dieses bereits durch die erste Fahrstrasse belegt ist, ist der Flankenschutz für die erste Fahrstrasse gewährleistet.

[0064] Um sicher zu gewährleisten, dass eingestellte Fahrstrassen nicht den Flankenschutzbereich benachbarter Gleisabschnitte verletzen, wird entlang von Weichenästen eine Sicherheitsdistanz (5) definiert, innerhalb der keine Fahrstrasse enden darf.

[0065] So ist sichergestellt, dass bei der Einstellung von Fahrstrassen Flankenschutzbereiche nicht verletzt werden wobei eine einfache Implementierung möglich und keine aktive Flankenschutzsuche und Sicherstellung notwendig ist.

[0066] Verfahren zum Einstellen von Fahrstrassen, dadurch gekennzeichnet, dass es die Schritte umfasst:

- Definieren einer Sicherheitsdistanz entlang mindestens eines Gleisabschnitts,
- Einstellen einer Fahrstrasse derart, dass sie ausserhalb der Sicherheitsdistanz endet.

[0067] Bei dem Verfahren wie vorhergehend beschrieben kann je eine Sicherheitsdistanz entlang der verzweigenden Gleisabschnitte einer Weiche definiert wird.

[0068] Bei dem Verfahren wie vorhergehend beschrieben kann die Sicherheitsdistanz einen Flankenschutzbereich und einen Durchrutschweg umfassen.

[0069] CBTC-System zur Durchführung des Verfahrens wie vorhergehend beschrieben, wobei das System mindestens ein Schienenfahrzeug, das über ein bordseitiges CBTC-Modul verfügt sowie ein CBTC-Leitmodul, wobei das bordseitige CBTC-Modul in Kommunikationsverbindung mit dem CBTC-Leitmodul steht und wobei der CBTC-Leitmodul konfiguriert ist, eine Fahrstrasse derart einzustellen, dass sie ausserhalb einer Sicherheitsdistanz endet und sie dem Fahrzeug zu kommunizieren.

[0070] Die Erfindung wird in den folgenden Figuren näher erläutert. Hierbei zeigt:

Figur 1: Eine Weiche, welche drei Gleise miteinander verbindet und zwei Sicherheitsdistanzen aufweist;

Figur 2: eine Weiche, welche drei Gleise verbindet mit einer nicht freigegebene Fahrstrasse;

Figur 3: eine Weiche, welche drei Gleise miteinander verbindet mit einer freigegebenen Fahrstrasse,

Figur 4: ein Ablaufdiagramm eines Verfahrens auf einem CBTC-Leitmodul, einem CBTC-Streckenmodul und einem bordseitigen CBTC-Modul,

Figur 5: ein Ablaufdiagramm eines Verfahrens auf einem CBTC-Leitmodul,

Figur 6: ein Ablaufdiagramm eines Verfahrens auf einem CBTC-Streckenmodul,

Figur 7: ein Ablaufdiagramm eines Verfahrens auf einem bordseitigen CBTC-Modul.

[0071] Figur 1 zeigt eine Weiche 9, die ein erstes Gleis 6, ein zweites Gleis 7 und ein drittes Gleis 8 verbindet und zwei Sicherheitsdistanzen 5 aufweist. Die Weiche 9 weist eine Weichenspitze 1 auf. Das erste Gleis 6 und das zweite Gleis 7 weisen jeweils eine Sicherheitsdistanz 5 auf. Die Sicherheitsdistanz 5 setzt sich jeweils aus dem Flankenschutzbereich 3 und dem Durchrutschweg 4 zusammen. Zwischen dem Flankenschutzbereich 3 und dem Durchrutschweg 4 ist jeweils das Sicherheitszeichen 2 angeordnet.

[0072] Figur 2 zeigt eine Weiche 9, welche ein erstes Gleis 6, ein zweites Gleis 7 und ein drittes Gleis 8 verbindet und zwei Sicherheitsdistanzen 5 sowie eine gewünschte Fahrstrasse 10 aufweist. Die gewünschte Fahrstrasse 10 liegt im Bereich der Sicherheitsdistanz 5. In diesem Fall wird die gewünschte Fahrstrasse 10 nicht eingestellt bzw. freigegeben. Die Weiche 9 weist

eine Weichenspitze 1 auf. Gleiche Bezugszeichen bezeichnen die gleichen Komponenten.

[0073] Figur 3 zeigt eine Weiche 9, welche ein erstes Gleis 6, ein zweites Gleis 7 und ein drittes Gleis 8 verbindet und zwei Sicherheitsdistanzen 5 sowie eine freigegebene Fahrstrasse 11 aufweist. Die freigegebene Fahrstrasse 11 liegt auf dem ersten Gleis 6 sowie dem dritten Gleis 8. Die freigegebene Fahrstrasse 11 führt von dem ersten Gleis 6 über die Weichenspitze 1 zu dem dritten Gleis 8. Gleiche Bezugszeichen bezeichnen die gleichen Komponenten.

[0074] Figur 4 zeigt ein Ablaufdiagramm eines Verfahrens auf einem CBTC-Leitmodul 12, einem CBTC-Streckenmodul 13 und einem bordseitigen CBTC-Modul 14. Gezeigt sind die folgenden Verfahrensschritte.

[0075] A: Das bordseitige CBTC-Modul 14 sendet eine Anfrage für die Reservierung einer Fahrstrasse an das CBTC-Leitmodul 12. B: Das CBTC-Leitmodul 12 empfängt die Anfrage des bordseitigen CBTC-Moduls 14. C: Das CBTC-Leitmodul 12 ermittelt die gewünschte Fahrstrasse (nicht dargestellt). D: Anschliessend sendet das CBTC-Leitmodul 12 die Daten der gewünschten Fahrstrasse (nicht dargestellt) an das CBTC-Streckenmodul 13. E: Das CBTC-Streckenmodul 13 empfängt die Daten der gewünschten Fahrstrasse von dem CBTC-Leitmodul 12. F: Das CBTC-Streckenmodul 13 prüft, ob die gewünschte Fahrstrasse (nicht dargestellt) im Bereich der Sicherheitsdistanz (nicht dargestellt) liegt. L: Ist dies der Fall, stellt das CBTC-Streckenmodul 13 die Fahrstrasse nicht ein. G: Ist dies nicht der Fall, prüft das CBTC-Streckenmodul 13, ob die gewünschte Fahrstrasse (nicht dargestellt) im Bereich einer bereits reservierten Fahrstrasse liegt. H: Ist dies nicht der Fall, wird die Fahrstrasse durch das CBTC-Streckenmodul 13 eingestellt und freigegeben. I: Anschliessend sendet das CBTC-Streckenmodul 13 die Freigabe an das bordseitige CBTC-Modul 14. J: Das bordseitige CBTC-Modul 14 empfängt die Freigabe von dem CBTC-Streckenmodul 13. K: Das bordseitige CBTC-Modul 14 zeigt die Freigabe einem Schienenfahrzeugführer an. L: Liegt die gewünschte Fahrstrasse (nicht dargestellt) im Bereich einer reservierten Fahrstrasse (nicht dargestellt), stellt das CBTC-Streckenmodul 13 die Fahrstrasse nicht ein. M: Dann sendet das CBTC-Streckenmodul 13 ein Fahrverbot an das bordseitige CBTC-Modul 14. N: Das bordseitige CBTC-Modul 14 empfängt das Fahrverbot. O: Anschliessend zeigt das bordseitige CBTC-Modul 14 das Fahrverbot einem Schienenfahrzeugführer an.

[0076] Figur 5 zeigt ein Ablaufdiagramm eines Verfahrens auf einem CBTC-Leitmodul 12. Gezeigt sind die folgenden Verfahrensschritte.

[0077] B: Das CBTC-Leitmodul 12 empfängt die Anfrage des bordseitigen CBTC-Moduls (nicht dargestellt). C: Das CBTC-Leitmodul 12 ermittelt die gewünschte Fahrstrasse (nicht dargestellt). D: Anschliessend sendet das CBTC-Leitmodul 12 die Daten der gewünschten Fahrstrasse (nicht dargestellt) an das CBTC-Streckenmodul (nicht dargestellt).

[0078] Figur 6 zeigt ein Ablaufdiagramm eines Verfahrens auf einem CBTC-Streckenmodul 13. Gezeigt sind die folgenden Verfahrensschritte.

[0079] E: Das CBTC-Streckenmodul 13 empfängt die Daten der gewünschten Fahrstrasse von dem CBTC-Leitmodul (nicht dargestellt). F: Das CBTC-Streckenmodul 13 prüft, ob die gewünschte Fahrstrasse (nicht dargestellt) im Bereich der Sicherheitsdistanz (nicht dargestellt) endet. L: Ist dies der Fall, stellt das CBTC-Streckenmodul 13 die Fahrstrasse nicht ein. M: Dann sendet das CBTC-Streckenmodul 13 ein Fahrverbot an das bordseitige CBTC-Modul 14. G: Ist dies nicht der Fall, prüft das CBTC-Streckenmodul 13 ob die gewünschte Fahrstrasse (nicht dargestellt) im Bereich einer bereits reservierten Fahrstrasse liegt.

[0080] H: Ist dies nicht der Fall, wird die Fahrstrasse durch das CBTC-Streckenmodul 13 eingestellt und freigegeben. I: Anschliessend sendet das CBTC-Streckenmodul 13 die Freigabe an das bordseitige CBTC-Modul (nicht dargestellt). L: Ist dies der Fall, stellt das CBTC-Streckenmodul 13 die Fahrstrasse nicht ein. M: Dann sendet das CBTC-Streckenmodul 13 ein Fahrverbot an das bordseitige CBTC-Modul (nicht dargestellt).

[0081] Figur 7 zeigt ein Ablaufdiagramm eines Verfahrens auf einem bordseitigen CBTC-Modul 14. Gezeigt sind die folgenden Verfahrensschritte.

[0082] N: Das bordseitige CBTC-Modul 14 empfängt das Fahrverbot von einem CBTC-Streckenmodul (nicht dargestellt). O: Anschliessend zeigt das bordseitige CBTC-Modul 14 das Fahrverbot einem Schienenfahrzeugführer an. J: Das bordseitige CBTC-Modul 14 empfängt die Freigabe von dem CBTC-Streckenmodul (nicht dargestellt). K: Das bordseitige CBTC-Modul 14 zeigt die Freigabe einem Schienenfahrzeugführer an.

Patentansprüche

1. Computerimplementiertes Verfahren zur Verhinderung einer Kollision eines Schienenfahrzeuges an einem Knotenpunkt, umfassend die folgenden Schritte:

- Bereitstellen von Modelldaten eines Schienenstreckennetzes, wobei die Modelldaten des Schienenstreckennetzes die Daten einer ersten Kante und einer zweiten Kante sowie einen Knotenpunkt und insbesondere eine Sicherheitsdistanz (5) umfassen, wobei die erste Kante und die zweite Kante durch den Knotenpunkt verbunden sind und die Sicherheitsdistanz (5) insbesondere auf einer Kante liegt, wobei insbesondere die Sicherheitsdistanz (5) an den Knotenpunkt angrenzt oder diesen umschliesst,
- Empfangen einer Anfrage für die Reservierung einer Fahrstrasse eines Schienenfahrzeugs auf einem CBTC-Leitmodul,
- Ermitteln einer gewünschten Fahrstrasse (10)

- für das Schienenfahrzeug, wobei die Fahrstrasse auf mindestens einer Kante liegt, und wobei sich die Fahrstrasse in Fahrtrichtung vor dem Schienenfahrzeug befindet und zumindest derartig bemessen ist, dass das Schienenfahrzeug innerhalb der Länge der Fahrstrasse abbremsbar, insbesondere im Wesentlichen ruckfrei abbremsbar ist,
- Senden der Daten der gewünschten Fahrstrasse (10) an ein CBTC-Streckenmodul (13) zur Überprüfung, ob ein Ende der gewünschten Fahrstrasse (10) in einer Sicherheitsdistanz (5) eines Knotenpunktes liegt.
2. Computerimplementiertes Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Knotenpunkt eine Verbindung von der ersten Kante, der zweiten Kante und einer dritten Kante und insbesondere einer vierten Kante ist.
 3. Computerimplementiertes Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die gewünschte Fahrstrasse (10) zumindest jeweils einen Wert für eine Kante, einen Startpunkt und einen Endpunkt umfasst.
 4. Computerimplementiertes Verfahren zur Verhinderung einer Kollision eines Schienenfahrzeuges an einem Knotenpunkt, insbesondere gemäss einem der vorhergehenden Ansprüche, umfassend die folgenden Schritte:
 - Empfangen von Daten einer gewünschten Fahrstrasse (10) von dem CBTC-Leitmodul (12) auf einem CBTC-Streckenmodul (13),
 - Bereitstellen von Modelldaten eines Schienenstreckennetzes auf dem CBTC-Streckenmodul (13), wobei die Modelldaten des Schienenstreckennetzes die Daten einer ersten Kante und einer zweiten Kante sowie einen Knotenpunkt und eine Sicherheitsdistanz (5) umfassen, wobei die erste Kante und die zweite Kante durch den Knotenpunkt verbunden sind und die Sicherheitsdistanz (5) zumindest teilweise auf einer Kante liegt, wobei die Sicherheitsdistanz (5) an den Knotenpunkt angrenzt oder diesen umschliesst,
 - Bereitstellen von Daten für reservierte Fahrstrassen, insbesondere auf dem CBTC-Streckenmodul (13),
 - Vergleichen der Daten der gewünschten Fahrstrasse (10) mit den Daten für die Sicherheitsdistanz (5) und insbesondere der reservierten Fahrstrassen,
 - Durchführung einer Fahrstrassenkonfliktprüfung: Sofern die gewünschte Fahrstrasse (10) nicht in eine Sicherheitsdistanz (5) endet und insbesondere die gewünschte Fahrstrasse (10)
- nicht mit einer reservierten Fahrstrasse überlappt, Einstellen der freigegebenen Fahrstrasse (11) für das Schienenfahrzeug und Senden einer Fahrerlaubnis an das Schienenfahrzeug, insbesondere an ein bordseitiges CBTC-Modul (14), sofern die gewünschte Fahrstrasse (10) in einer Sicherheitsdistanz (5) endet und/oder insbesondere die gewünschte Fahrstrasse (10) mit einer reservierten Fahrstrasse überlappt, senden eines Fahrverbotes an das Schienenfahrzeug, insbesondere an ein bordseitiges CBTC-Modul (14).
5. Verfahren nach Anspruch 4 **dadurch gekennzeichnet, dass** das CBTC-Streckenmodul (13) die Positionsdaten des Schienenfahrzeuges empfängt.
 6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Positionsdaten des Schienenfahrzeuges mit zumindest einem Wert der freigegebenen Fahrstrasse (11) verglichen werden und die freigegebene Fahrstrasse (11) aufgelöst wird und insbesondere ein Auflösesignal an das Schienenfahrzeug, insbesondere das bordseitige CBTC-Modul (14) gesendet wird, sofern die Positionsdaten des Schienenfahrzeuges ausserhalb der freigegebenen Fahrstrasse (11) liegen.
 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 6 **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest eine erforderliche Weichenstellung einer Schienenweiche auf der freigegebenen Fahrstrasse (11) ermittelt wird und eine tatsächliche Weichenstellung empfangen wird und sofern die erforderliche Weichenstellung nicht der tatsächlichen Weichenstellung entspricht ein Signal gesendet wird, welches eine Anpassung der Weichenstellung auslöst.
 8. Computerimplementiertes Verfahren zur Verhinderung einer Kollision eines Schienenfahrzeuges an einem Knotenpunkt, insbesondere gemäss einem der vorhergehenden Ansprüche, umfassend die folgenden Schritte:
 - Empfangen einer Freigabe für eine Fahrstrasse von einem CBTC-Streckenmodul (13),
 - optional Anzeigen der Freigabe auf einer Anzeigeeinrichtung des bordseitigen CBTC-Moduls (14),
 - optional Freigabe der Bedieneinrichtungen des Schienenfahrzeuges für Steuerbefehle eines Schienenfahrzeugführers,
 - Insbesondere, Senden der Schienenfahrzeugposition an ein CBTC-Leitmodul (12) und/oder an ein CBTC-Streckenmodul (13) .
 9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei Empfangen eines Fahrverbotes

vom CBTC-Streckenmodul (13) das Fahrverbot auf der Anzeigeeinrichtung des bordseitigen CBTC-Moduls (14) angezeigt wird und/oder ein automatisches Bremsen des Schienenfahrzeuges ausgelöst wird.

5

10. CBTC-Leitmodul (12) zur Datenverarbeitung umfassend Mittel zur Ausführung der Schritte des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 3. 5
11. CBTC-Streckenmodul (13) zur Datenverarbeitung umfassend Mittel zur Ausführung der Schritte des Verfahrens nach einem der Ansprüche 4 bis 7. 10
12. Bordseitiges CBTC-Modul (14) zur Datenverarbeitung umfassend Mittel zur Ausführung der Schritte des Verfahrens nach einem der Ansprüche 8 bis 9. 15
13. System umfassend ein CBTC-Leitmodul (12) nach Anspruch 10, ein bordseitiges CBTC-Modul (14) nach Anspruch 12 und insbesondere ein CBTC-Streckenmodul (13) nach Anspruch 11. 20
14. Computerprogrammprodukt, umfassend Befehle, die bei der Ausführung des Programms durch einen Computer diesen veranlassen, die Schritte des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 3 auszuführen. 25
15. Computerprogrammprodukt, umfassend Befehle, die bei der Ausführung des Programms durch einen Computer diesen veranlassen, die Schritte des Verfahrens nach einem der Ansprüche 4 bis 7 auszuführen. 30
16. Computerprogrammprodukt, umfassend Befehle, die bei der Ausführung des Programms durch einen Computer diesen veranlassen, die Schritte des Verfahrens nach einem der Ansprüche 8 bis 9 auszuführen. 35
17. Computerlesbares Speichermedium, umfassend Befehle, die bei der Ausführung durch den Computer diesen veranlassen, die Schritte des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 3 auszuführen. 40
18. Computerlesbares Speichermedium, umfassend Befehle, die bei der Ausführung durch den Computer diesen veranlassen, die Schritte des Verfahrens nach einem der Ansprüche 4 bis 7 auszuführen. 45
19. Computerlesbares Speichermedium, umfassend Befehle, die bei der Ausführung durch den Computer diesen veranlassen, die Schritte des Verfahrens nach einem der Ansprüche 8 bis 9 auszuführen. 50
20. Schienenfahrzeug umfassend ein bordseitiges CTBC-Modul (14) nach Anspruch 12, sowie insbesondere ein Kommunikationsmittel. 55

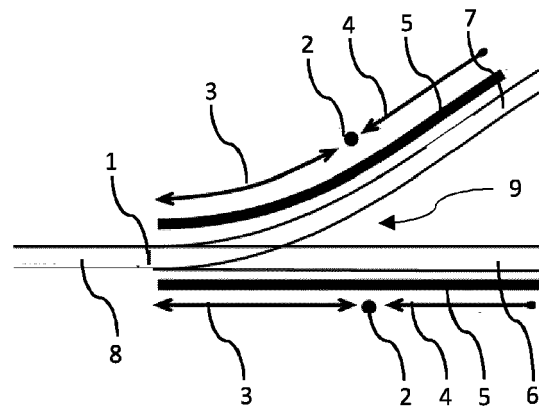


Fig. 1

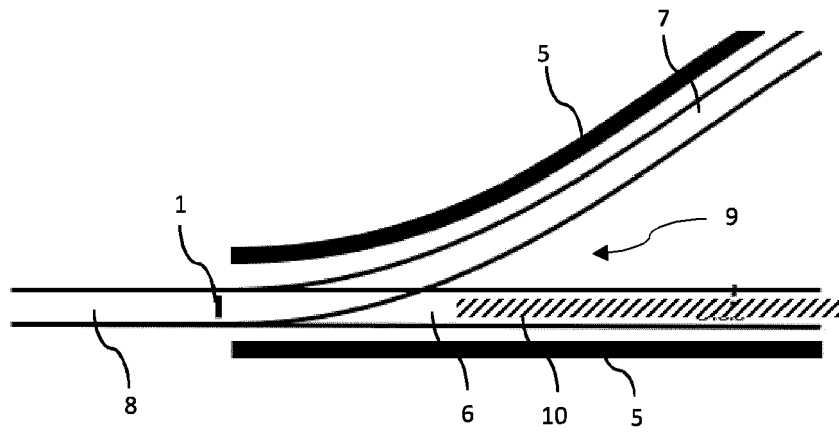


Fig. 2

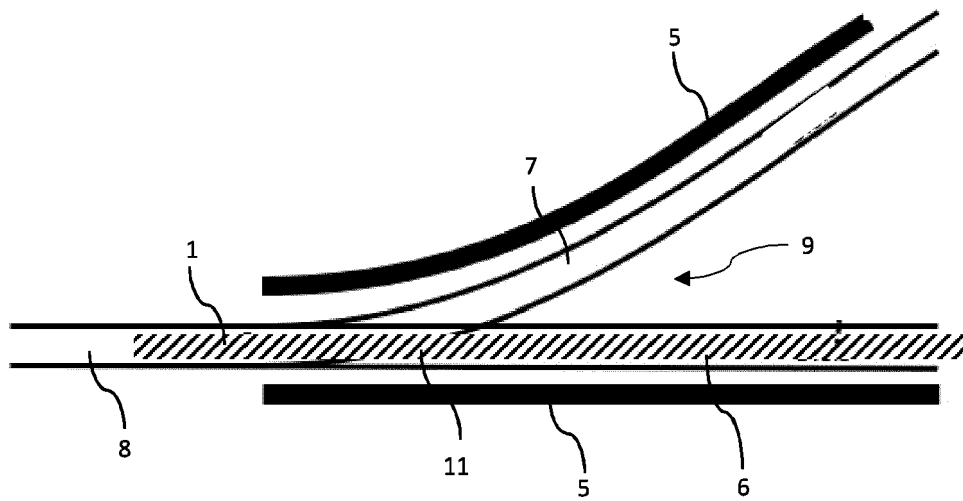


Fig. 3

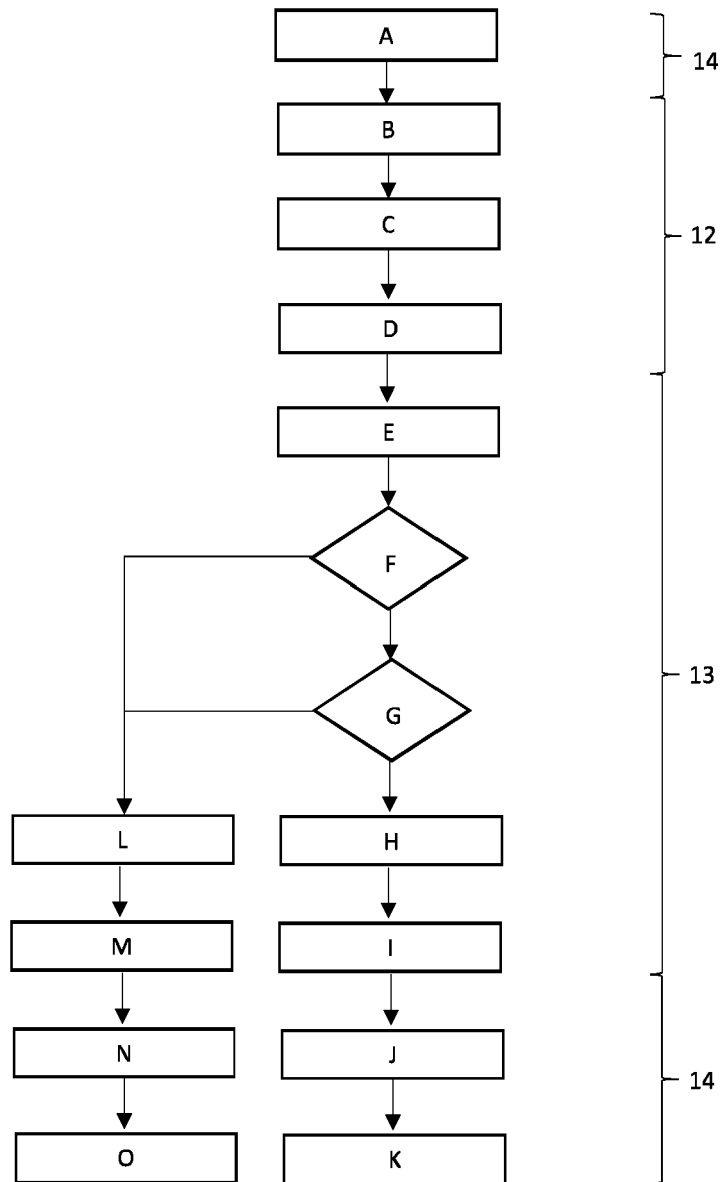


Fig. 4

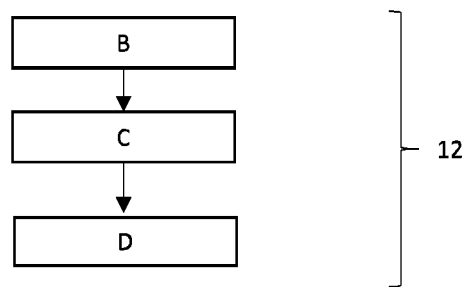


Fig. 5

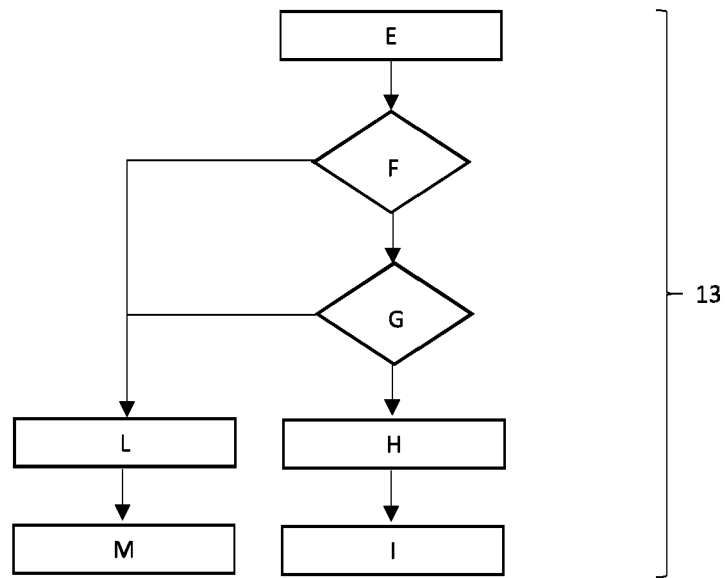


Fig. 6

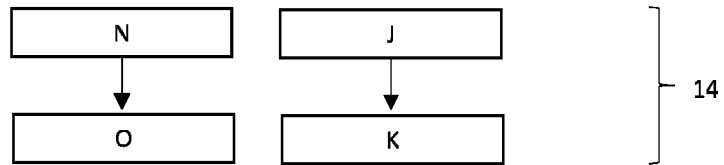


Fig. 7



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 22 16 2651

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

2

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DETLEF BR?CKNER: "L?sungen f?r das automatisierte Fahren im Nahverkehr - Solutions for automation in urban rail", SIGNAL UND DRAHT: SIGNALLING & DATACOMMUNICATION, Bd. 109, Nr. 6, 12. Juni 2017 (2017-06-12), Seiten 6-11, XP055381408, DE ISSN: 0037-4997	1-3, 8-10, 12, 14, 16, 17, 19, 20	INV. B61L23/00
A	* Abschnitte 1, 3.1, 3.2, 4.3; Abbildung 2 *	4-7, 11, 13, 15, 18	
A	"IEEE Standard for Communications-Based Train Control (CBTC) Performance and Functional Requirements; IEEE Std 1474.1-1999 ED - Anonymous", IEEE STANDARD; [IEEE STANDARD], IEEE, PISCATAWAY, NJ, USA, 1. Januar 1999 (1999-01-01), Seite i, XP017603365, ISBN: 978-0-7381-1825-3 * das ganze Dokument *	1-20	
A, P	WO 2022/020685 A1 (TRANSP IP HOLDINGS LLC [US]) 27. Januar 2022 (2022-01-27) * Zusammenfassung; Abbildungen 1, 8 * * Absätze [0009], [0010], [0087] - [0090] *	1-20	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) B61L
A	US 2010/090069 A1 (DEGOUGE REGIS [US] ET AL) 15. April 2010 (2010-04-15) * Absätze [0003], [0015] - [0016], [0021] - [0026] * * Absätze [0031] - [0040]; Abbildungen 3, 4 *	1-20	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 30. August 2022	Prüfer Robinson, Victoria
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

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

EP 22 16 2651

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente 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.

30-08-2022

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2022020685 A1	27-01-2022	KEINE	
US 2010090069 A1	15-04-2010	AT 471859 T	15-07-2010
		BR PI0721194 A2	25-12-2012
		CA 2677348 A1	14-08-2008
		CN 101626937 A	13-01-2010
		DK 2114746 T3	11-10-2010
		EP 2114746 A1	11-11-2009
		ES 2347713 T3	03-11-2010
		KR 20100004950 A	13-01-2010
		PL 2114746 T3	30-11-2010
		US 2010090069 A1	15-04-2010
		WO 2008096048 A1	14-08-2008

EPO FORM P0461

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