



(11) **EP 4 063 234 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
28.09.2022 Patentblatt 2022/39

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
B61L 19/06 (2006.01) B61L 21/04 (2006.01)
B61L 25/02 (2006.01) B61L 27/20 (2022.01)

(21) Anmeldenummer: **22163407.4**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
B61L 21/04; B61L 19/06; B61L 25/025;
B61L 25/026; B61L 2027/204

(22) Anmeldetag: **22.03.2022**

(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)

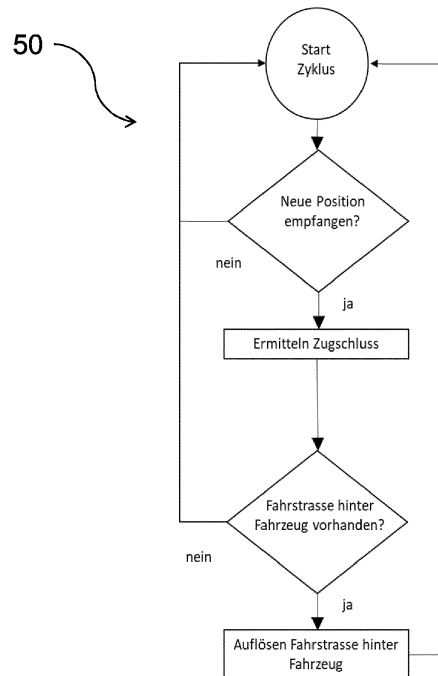
(72) Erfinder:
• **Scheiner, David**
8802 Kilchberg (CH)
• **Sigg, Daniel**
8400 Winterthur (CH)

(30) Priorität: **22.03.2021 CH 3032021**

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

(54) **VERFAHREN ZUM TEILWEISEN AUFLÖSEN VON FAHRSTRASSEN, CBTC-SYSTEM UND SCHIENENFAHRZEUG**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren (50), insbesondere computer-implementiertes Verfahren, zum teilweisen Auflösen von Fahrstrassen (10). Das Verfahren (2) umfasst die folgenden Schritte: Bestimmen einer Position (N) eines Schienenfahrzeugs (6), insbesondere durch ein bordseitiges CBTC-Modul (16) des Schienenfahrzeugs (6). Übermitteln der Position (N) des Schienenfahrzeugs (6) durch eine Kommunikationsvorrichtung des Schienenfahrzeugs (6) an ein CBTC-Stellwerk (11). Prüfen durch das CBTC-Stellwerk (11), ob für das Schienenfahrzeug (6) eine eingestellte Fahrstrasse (10) mit einem Fahrstrassenabschnitt (3) in Fahrtrichtung (F) hinter der Position des Schienenfahrzeuges (6) existiert. Falls ein solcher Fahrstrassenabschnitt (3) existiert auflösen dieses Fahrstrassenabschnittes (3) bis zur Position des Schienenfahrzeuges (6).



Figur 1

EP 4 063 234 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung richtet sich auf ein Verfahren zum teilweisen Auflösen von Fahrstrassen, ein bordseitiges CBTC-Modul, ein CBTC-Stellwerk, ein Schienenfahrzeug, ein Fahrstrassenauflösungssystem, ein Computerprogrammprodukt und ein computerlesbares Speichermedium.

[0002] Stellwerke verwenden sogenannte Fahrstrassen, um Schienenfahrzeuge gesichert von einem Punkt A nach einem Punkt B fahren zu lassen. Dabei wird der Weg von Punkt A nach Punkt B für einen Zug reserviert und die Fahrstrasse eingestellt. Eine bestehende Fahrstrasse ist exklusiv einem Zug zugeordnet, hat eine Richtung, d.h. kann nicht in Gegenrichtung befahren werden, und kann sich nicht mit anderen Fahrstrassen überlappen. Um nun einen bereits vom zugeordneten Zug befahrenen Teil einer Fahrstrasse für andere Züge nutzen zu können muss dieser Teil der Fahrstrasse freigegeben werden. Wenn der Zug das Ziel, also Punkt B, erreicht hat, kann die Reservierung, also die Fahrstrasse, aufgelöst werden und für eine Fahrstrasse für ein anderes Schienenfahrzeug freigegeben werden. Diese Methode wird Gesamtfahrstrassenauflösung genannt. Nachteil dieser Methode ist, dass die Kapazität der Schienenanlage nur gering ist.

[0003] Der Stand der Technik versucht, diesen Nachteil zu beheben, indem die Fahrstrasse in diskrete Gleisabschnitte geteilt wird. Die Auflösung der Fahrstrasse kann somit schon vor Erreichen des Zieles, nämlich beim Erreichen von Abschnittszielen, vorgenommen werden. Diese sogenannte Teilfahrstrassenauflösung arbeitet mit jeweils eigener Gleisfreimeldung für jeden diskreten Gleisabschnitt. Nachteil dieser Teilfahrstrassenauflösung ist, dass auch hier schlussendlich die Auflösung der Fahrstrasse nur in vorgegebenen Abschnitten erfolgt, und somit weiterhin Fahrstrassenteile für ein Schienenfahrzeug reserviert bleiben, die es bereits durchfahren hat.

[0004] Es ist daher Gegenstand der vorliegenden Erfindung, diese Nachteile des Standes der Technik zu überwinden und die Möglichkeit zu schaffen, Teile von Fahrstrassen quasi-kontinuierlich ohne Einschränkung durch vorgegebene diskrete Abschnitte aufzulösen.

[0005] Die Aufgabe wird durch ein Verfahren zum teilweisen Auflösen von Fahrstrassen, ein bordseitiges CBTC-Modul, ein CBTC-Stellwerk, ein Schienenfahrzeug, ein Fahrstrassenauflösungssystem, ein Computerprogrammprodukt und ein computerlesbares Speichermedium gelöst.

[0006] Insbesondere wird die Aufgabe gelöst durch ein Verfahren, insbesondere computer-implementiertes Verfahren, zum teilweisen Auflösen von Fahrstrassen. Das Verfahren umfasst die folgenden Schritte:

- Bestimmen einer Position eines Schienenfahrzeugs, insbesondere durch ein bordseitiges CBTC-Modul des Schienenfahrzeugs,

- Übermitteln der Position des Schienenfahrzeugs, insbesondere durch eine Kommunikationsvorrichtung des Schienenfahrzeugs, an ein CBTC-Stellwerk,
- 5 - Prüfen durch das CBTC-Stellwerk, ob für das Schienenfahrzeug eine eingestellte Fahrstrasse mit einem Abschnitt in Fahrtrichtung hinter der Position des Schienenfahrzeuges existiert,
- 10 - Falls ein solcher Fahrstrassenabschnitt existiert, auflösen dieses Abschnittes bis zur Position des Schienenfahrzeuges.

[0007] Dieses Verfahren erlaubt es, die Fahrstrasse an beliebigen Punkten mit hoher räumlicher Genauigkeit aufzulösen und so die Kapazität des Schienennetzes zu erhöhen. Es lässt sich zudem einfach mit einem "Moving Block"-Verfahren nutzen. Das Verfahren ist zudem völlig unabhängig von festen streckenseitigen Einrichtungen wie Signalen oder Achszählern und allein von der aktuellen Position und des Schienenfahrzeugs abhängig.

[0008] Ein CBTC-System (Communication-Based Train Control System) im Sinne der Erfindung ist ein Zugkontrollsystem. Das CBTC-System kann basierend auf einer bidirektionalen Kommunikationsverbindung zu den jeweiligen Schienenfahrzeugen deren Position mit hoher Genauigkeit zu bestimmen, ohne streckenseitige Einrichtungen zu verwenden. Das kann die Sicherheit des Zugverkehrs verbessern.

[0009] Eine Fahrstrasse umfasst einen Startpunkt und einen Endpunkt sowie eine Richtung vom Startpunkt zum Endpunkt. Da eine Fahrstrasse immer eine Richtungsinformation enthält und vom Schienenfahrzeug nicht in der Gegenrichtung nutzbar ist, ist eindeutig bestimmbar, welcher Teil der Fahrstrasse bereits passiert wurde und somit freigegeben werden kann. Eine bestehende Fahrstrasse ist exklusiv einem Zug zugeordnet und kann sich nicht mit anderen Fahrstrassen überlappen. Dies wird insbesondere durch ein CBTC-Stellwerk sichergestellt. Um nun einen bereits vom zugeordneten Schienenfahrzeug befahrenen Teil einer Fahrstrasse für andere Schienenfahrzeuge nutzen zu können, muss dieser Teil der Fahrstrasse freigegeben werden.

[0010] Ein Fahrstrassenabschnitt im Sinne der Erfindung ist ein Teil einer eingestellten Fahrstrasse. Der Fahrstrassenabschnitt ist unabhängig von Weichen oder anderen Bestandteilen des Schienennetzes. Ein Fahrstrassenabschnitt weist eine veränderbare Grösse auf, die abhängig ist von der Position des Schienenfahrzeuges, dem diese Fahrstrasse zugewiesen ist. Der Fahrstrassenabschnitt weist keinen Start- und Endpunkt auf, welche vorgängig festgelegt wurden, ist also nicht vordefiniert.

[0011] Im Sinne der Erfindung umfasst ein Schienenfahrzeug mindestens einen motorisierten Wagen, wie beispielsweise eine Lokomotive oder einen Triebwagen. Das Schienenfahrzeug kann weitere Wagen (motorisiert oder nicht motorisiert) umfassen. Das Schienenfahrzeug kann einen Verbund aus Einzelfahrzeugen, z.B. einen

Triebzug oder Wagenzug umfassen.

[0012] Die Position des Schienenfahrzeuges gibt an, wo sich das Schienenfahrzeug im Schienennetz befindet. Die Position kann eine Punktkoordinate oder ein Intervall einer Fahrstrasse sein.

[0013] Das Schienenfahrzeug kann die Position über WLAN, insbesondere an eine streckenseitige Kommunikationseinrichtung, übermitteln. Gemeldet werden kann die Distanz seit dem letzten Tag oder eine ähnliche Grösse.

[0014] Vorzugsweise umfasst das Verfahren die Schritte:

- Sammeln von Positionsdaten durch mindestens eine Positionsbestimmungsvorrichtung auf einem Schienenfahrzeug,
- Senden der Positionsdaten an ein bordseitiges CBTC-Modul des Schienenfahrzeugs und/oder an das CBTC-Stellwerk,
- Bestimmen einer relativen Position des Schienenfahrzeugschlusses durch das bordseitige CBTC-Modul und/oder durch das CBTC-Stellwerk auf Basis der Positionsdaten,
- Auflösen der Fahrstrasse vom Startpunkt bis zur relativen Position des Schienenfahrzeugschlusses.

[0015] Die relative Position des Schienenfahrzeugschlusses ist eine Position mit einem Sicherheitsabstand zum in Fahrtrichtung letzten Schienenfahrzeugwagen. Bei der Bestimmung der relativen Position des Schienenfahrzeugschlusses werden auch mögliche Unsicherheiten in der Positionsbestimmung berücksichtigt. Der Sicherheitsabstand hängt von der Strecke und der Geschwindigkeit des Schienenfahrzeuges ab. Der Sicherheitsabstand kann 5-10 Meter umfassen. Dieser Sicherheitsabstand kann klein gewählt werden, da die Fahrstrassen selbst Durchrutschwege. Mit diesem Sicherheitsabstand können Fehler in der Positionsbestimmung abgefangen werden.

[0016] Die Distanz der Positionsbestimmungsvorrichtung bis zum Zugschluss kann in einem CBTC-Modul des Schienenfahrzeug gespeichert sein. Die Distanz der Positionsbestimmungsvorrichtung bis zum Zugschluss kann zusätzlich oder alternativ in einem Stellwerkrechner gespeichert sein.

[0017] Das erlaubt eine sichere Auflösung der Fahrstrasse.

[0018] Wird die relative Position des Schienenfahrzeugschlusses vom Schienenfahrzeug an das Stellwerk gemeldet, entfällt eine Bestimmung dieses Punkts durch das CBTC-Stellwerk, da es direkt die übermittelten Positionsangaben nutzen kann, was das Auflösen der Fahrstrassenabschnitte beschleunigt.

[0019] Vorzugsweise wird ein Fahrstrassenabschnitt, welcher dem Schienenfahrzeug zugeordnet ist, ausschliesslich nach einer Positionsmeldung durch das Schienenfahrzeug aufgelöst.

[0020] Dies erlaubt eine sichere Weiterfahrt des Schie-

nenfahrzeuges bei einem Unterbruch der Kommunikationsverbindung im Rahmen der zuletzt eingestellten Fahrstrasse: Jegliche Fahrstrassenteile auf denen sich das nicht-erreichbare Schienenfahrzeugs befinden könnte, bleiben weiterhin für dieses Schienenfahrzeug exklusiv reserviert. Es ist also nicht notwendig das Schienenfahrzeug bei Verbindungsunterbruch nach kurzer Zeit anzuhalten. Dies vereinfacht den Betrieb im Falle von Verbindungsstörungen und reduziert die Verfügbarkeitsanforderungen an das Kommunikationssystem.

[0021] Sobald die Kommunikation zwischen Schienenfahrzeug und CBTC-Stellwerk wiederhergestellt ist und das Schienenfahrzeug seine aktuelle Position wieder gemeldet hat, kann der während des Kommunikationsunterbruchs abgefahrene Fahrstrassenabschnitt sicher aufgelöst werden, ohne dass besondere Massnahmen nötig wären.

[0022] Insbesondere wird ein Fahrstrassenabschnitt in Fahrtrichtung vor dem Schienenfahrzeug nur bei bestätigtem Stillstand des Schienenfahrzeugs aufgelöst. Das erlaubt eine sichere Auflösung von Fahrstrassenabschnitten vor dem Schienenfahrzeug

[0023] Vorzugsweise erfolgen die Positionsübermittlungen des Schienenfahrzeugs an das Stellwerk im Abstand von 0.1 - 5 Sekunden, bevorzugt im Abstand von 0.5 Sekunden.

[0024] Dadurch kann eine häufige Auflösung der nicht mehr benötigten Fahrstrassenabschnitte hinter dem Schienenfahrzeug erfolgen, ohne das Kommunikationssystem oder das Stellwerk zu stark zu belasten. Weiter können so Fahrstrassenabschnitte in der Grössenordnung Zentimeter bis zu 40 Metern freigegeben werden. Die Genauigkeit ist abhängig von der Genauigkeit der Positionsbestimmung des Schienenfahrzeuges, vorzugsweise in der Grössenordnung Zentimeter.

[0025] Vorzugsweise wird die Position mittels Lesen eines RFID-Tags durch ein RFID-Lesegerät auf dem Schienenfahrzeug und/oder mittels mechanisches Messen der zurückgelegten Wegstrecke, bevorzugt durch ein Hodometer, und/oder Messung von Beschleunigungs- oder Geschwindigkeitswerten des Schienenfahrzeugs und Berechnung der Distanz mittels dieser Messung bestimmt.

[0026] Die Verwendung eines RFID-Lesegerätes erlaubt eine genaue und günstige Positionsbestimmung. Das RFID-Lesegerät kann an der Unterseite des Schienenfahrzeuges angeordnet sein. Der RFID-Tag kann im Gleisbett angeordnet sein. Die Position des RFID-Lesers relativ zum Anfang und/oder Schluss des Schienenfahrzeuges ist in jedem Fall bekannt.

[0027] Die Aufgabe wird weiterhin durch ein bordseitiges CBTC-Modul gelöst. Das bordseitige CBTC-Modul umfasst eine Vorrichtung zur Datenverarbeitung, insbesondere Schienenfahrzeugcomputersystem, umfassend Mittel zur Ausführung der Schritte des oben genannten Verfahrens.

[0028] Dieses bordseitige CBTC-Modul erlaubt eine rasche und sichere Durchführung einer Fahrstrassenauf-

lösung.

[0029] Das bordseitige CBTC-Modul kann Kommunikationsmittel zum Kommunizieren mit einem CBTC-Stellwerk umfassen. Das bordseitige CBTC-Modul kann dazu ausgebildet sein, in ein Rechenzentrum eines Schienenfahrzeuges eingebaut zu werden. Das bordseitige CBTC-Modul kann dazu ausgebildet sein, gemessene Daten von mindestens einem Sensor, insbesondere einem Hodometer und/oder RFID-Lesegeräten und/oder anderen Messgeräten in Positionsdaten umzuwandeln. Das bordseitige CBTC-Modul kann dazu ausgebildet sein, diese Umwandlung von gemessenen Daten in Positionsdaten kontinuierlich vorzunehmen und/oder Positionsmeldungen im Abstand von 0.1-5 Sekunden, bevorzugt im Abstand von 0.5 Sekunden, zu tätigen. Das CBTC-Modul kann dazu ausgebildet sein, auf Basis von Sensordaten eine relative Position eines Schienenfahrzeuges zu ermitteln.

[0030] Die Aufgabe wird weiter durch ein CBTC-Stellwerk gelöst. Das CBTC-Stellwerk umfasst eine Vorrichtung zur Datenverarbeitung umfassend Mittel zur Ausführung der Schritte des zuvor genannten Verfahrens.

[0031] Ein solches CTBC-Stellwerk erlaubt eine rasche und sichere Auflösung von Fahrstrassen, ebenso wie ein verdichtetes Fahren von Schienenfahrzeugen.

[0032] Das CBTC-Stellwerk kann eine Schienennetzwerkübersicht von Fahrstrassen umfassen, welche insbesondere kontinuierlich geupdated wird.

[0033] Insbesondere kann das CBTC-Stellwerk Kommunikationsmittel zur Kommunikation mit mindestens einem Schienenfahrzeug umfassen. Das CBTC-Stellwerk kann ausgebildet sein, auf Basis von Positionsmeldungen eines Schienenfahrzeuges eine relative Position des Schienenfahrzeuges zu bestimmen. Das CBTC-Stellwerk kann ausgebildet sein, auf Basis von Positionsmeldungen eines Schienenfahrzeugs Fahrstrassen anzulegen und/oder aufzulösen. Das CBTC-Stellwerk kann ausgebildet sein, Fahrstrassen ausschliesslich auf Basis von gemeldeten oder bestimmten relativen Positionen von Schienenfahrzeugschlüssen anzulegen und/oder aufzulösen. Das CBTC-Stellwerk kann ausgebildet sein, eine bestimmte Fahrstrasse ausschliesslich auf Basis von Positionsmeldungen des Schienenfahrzeuges, dem diese bestimmte Fahrstrasse zugewiesen ist, aufzulösen. Das CBTC-Stellwerk kann ausgebildet sein, Fahrstrassen zu bilden und/oder Fahrstrassenzuweisungen an mindestens ein Schienenfahrzeug zu senden, auf Basis von Positionsmeldungen eines oder mehrerer Schienenfahrzeuge. Das CBTC-Stellwerk kann dazu ausgebildet sein, zyklisch zu überprüfen, ob eine Positionsmeldung eines Schienenfahrzeuges erfolgt ist.

[0034] Die Aufgabe wird weiterhin durch ein Schienenfahrzeug gelöst. Das Schienenfahrzeug umfasst ein CBTC-Modul wie vorher beschrieben. Insbesondere umfasst das Schienenfahrzeug mindestens eine Positionsbestimmungsvorrichtung.

[0035] Das Schienenfahrzeug kann dazu ausgebildet sein, die relative Position des Schienenfahrzeugschlus-

ses zu bestimmen, insbesondere auf Basis von Daten der Positionsbestimmungsvorrichtung. Das Schienenfahrzeug kann eine Kommunikationsvorrichtung zum Kommunizieren mit einem CBTC-Stellwerk umfassen.

[0036] Die Positionsbestimmungsvorrichtung kann Mittel zur Bestimmung diskreter Positionen während der Fahrt umfassen, bevorzugt ein Tag-Lesegerät, insbesondere ein RFID-Tag-Lesegerät. Die Positionsbestimmungsvorrichtung kann alternativ oder zusätzlich zu den Mitteln zur Bestimmung diskreter Positionen andere Mittel zur Positionsbestimmung aufweisen, insbesondere Wegstreckenmessgeräte, wie beispielsweise ein Hodometer, GNSS-Receiver, Geräte zur Positionsbestimmung mittels Radar, Funkverbindungen oder WLAN. Die Positionsbestimmungsvorrichtung kann Sensoren umfassen, welche eine Distanzberechnung erlauben wie Beschleunigungssensoren.

[0037] Bevorzugt umfasst die Positionsbestimmungsvorrichtung ein Tag-Lesegeräte, insbesondere ein RFID-Tag-Lesegerät, zur Bestimmung diskreter Positionen und ein Hodometer zur Messung der Distanz zu der bestimmten diskreten Position.

[0038] Das Schienenfahrzeug kann eine Kommunikationsvorrichtung zur Kommunikation mit einem CBTC-Stellwerk umfassen. Insbesondere kann die Kommunikationsvorrichtung Teil des bordseitigen CBTC-Moduls sein.

[0039] Die Aufgabe wird weiter durch ein Fahrstrassenauflösungssystem umfassend mindestens ein Schienenfahrzeug mit einem Fahrzeuggerät, insbesondere einem bordseitigen CBTC-Modul wie vorgängig beschrieben, und ein CBTC-Stellwerk, insbesondere ein CBTC-Stellwerk wie vorgängig beschrieben. Das Fahrstrassenauflösungssystem ist dazu ausgebildet, ein Verfahren wie vorgängig beschrieben auszuführen.

[0040] Ein solches Fahrstrassenauflösungssystem erlaubt es, die Kapazität des Schienennetzes effizient zu nutzen.

[0041] Das Fahrstrassenauflösungssystem kann dazu ausgebildet sein, Fahrstrassen in Fahrtrichtung hinter dem Schienenfahrzeug nur nach Meldung der Position des Schienenfahrzeugs aufzulösen. Das Fahrstrassenauflösungssystem kann dazu ausgebildet sein, Fahrstrassen vor dem Schienenfahrzeug nur bei bestätigtem Stillstand des Schienenfahrzeugs aufzulösen.

[0042] Vorzugsweise umfasst das Fahrstrassenauflösungssystem Identifikationsmarker am Streckenrand, insbesondere RFID-Tags. Das erlaubt eine einfache Positionsbestimmung durch das Schienenfahrzeug. Die Tag-Marker können so ausgebildet sein, eindeutige Identifikationsnummern zu senden und/oder umfassen eine durch ein Positionsbestimmungsgerät bestimmbare eindeutige Identifikationsnummer.

[0043] Die Aufgabe wird weiter gelöst durch ein Computerprogrammprodukt, umfassend Befehle, die bei der Ausführung des Programms den Computer veranlassen, die Schritte des Verfahrens wie vorgängig beschrieben auszuführen.

[0044] Die Aufgabe wird schliesslich gelöst durch ein computerlesbares Speichermedium, umfassend Befehle, die bei der Ausführung durch einen Computer diesen veranlassen, die Schritte des Verfahrens wie vorgängig beschrieben auszuführen.

[0045] Die Aufgabe kann weiter durch ein Verfahren zum teilweisen Auflösen von Fahrstrassen gelöst werden. Das Verfahren kann die Schritte umfassen:

- Melden einer relativen Position eines Schienenfahrzeugs,
- Bestimmen der Position des Zugschlusses des Schienenfahrzeuges,
- Prüfen, ob für das Schienenfahrzeug eine eingestellte Fahrstraße mit einem Abschnitt hinter dem Zugschluss existiert und falls ein solcher Fahrstrassenabschnitt existiert, auflösen dieses Abschnittes bis im Wesentlichen an die Position des Zugschlusses des Schienenfahrzeugs.

[0046] Dies erlaubt es Fahrstrassen "fliessend" ab und zu beliebigen Punkten mit hoher räumlicher Genauigkeit aufzulösen und so die Kapazität des Schienennetzes zu erhöhen. Dies geschieht, indem abhängig von einer Meldung einer relativen Schienenfahrzeugposition die Position des Zugschlusses bestimmt und die Fahrstrasse bis dahin vom CBTC-Stellwerk aufgelöst wird.

[0047] Die Meldung der aktuellen relativen Position und optional auch die der Distanz von der aktuellen relativen Position zum Zugschluss kann durch das Schienenfahrzeug selbst erfolgen.

[0048] So kann die Fahrstrasse bis im Wesentlichen bis an die Position des Zugschlusses aufgelöst werden, wobei "im Wesentlichen" hier den möglichen Einbezug einer Sicherheitsdistanz zum ermittelten Schienenfahrzeugschluss, insbesondere auch mögliche Unsicherheiten in der Positionsbestimmung, berücksichtigt. Bevorzugt ist die übermittelte relative Position des Schienenfahrzeuges jener Punkt, bis zu dem unter Berücksichtigung aller relevanten Parameter die Fahrstrasse hinter dem Schienenfahrzeug aufgelöst werden kann. So entfällt eine Bestimmung dieses Punkts durch das CBTC-Stellwerk, da es direkt die übermittelten Positionsangaben nutzen kann. Damit ist der Ort, bis zu welchem die Fahrstrasse aufgelöst werden kann völlig unabhängig von festen streckenseitigen Einrichtungen wie Signalen oder Achszählern und allein von der aktuellen Position und eventuell Situation des Zuges abhängig.

[0049] Die Tatsache, dass Fahrstrassen-Teile nicht aufgelöst werden, solange keine neuen Positionsmeldungen vom Fahrzeug vorliegen, erlaubt eine sichere Weiterfahrt des Zuges ohne Kommunikationsverbindung im Rahmen der zuletzt eingestellten Fahrstrasse. Die Weiterfahrt ist sicher, da jegliche Fahrstrassen-Teile auf denen sich der nicht-erreichbare Zug befinden könnte, weiterhin für diesen Zug exklusiv reserviert bleiben. Es ist also nicht notwendig den Zug bei Verbindungsunterbruch nach kurzer Zeit anzuhalten. Dies vereinfacht den

Betrieb im Falle von Verbindungsstörungen und reduziert die Verfügbarkeitsanforderungen an das Kommunikationssystem. Sobald die Kommunikation zwischen Zug und CBTC-Stellwerk wiederhergestellt ist und der Zug seine aktuelle Position wieder gemeldet hat, wird die während des Kommunikationsunterbruchs abgefahrene Teilfahrstrasse automatisch und sicher aufgelöst, ohne das besondere Massnahmen nötig wären.

[0050] Die Positionsmeldungen des Fahrzeugs an das Stellwerk können im Abstand von 0.1 - 5 Sekunden erfolgen, bevorzugt im Abstand von 0.5 Sekunden

[0051] Dadurch kann eine häufige Auflösung der nicht mehr benötigten Fahrstrassenteile hinter dem Schienenfahrzeug erfolgen, ohne das Kommunikationssystem oder das Stellwerk zu stark zu belasten.

[0052] Aufgrund der Positionsmeldungen in der Grössenordnung von Bruchteilen von Sekunden bis einigen Sekunden können Fahrstrassen-Teile in der Grössenordnung Zentimeter bis einige zehn-Meter freigegeben werden, dies mit einer Genauigkeit bezogen auf den Zugschluss die der Genauigkeit der Positionsermittlung des Fahrzeugs entspricht, also typischerweise in der Grössenordnung Zentimeter.

[0053] Die Aufgabe kann weiter gelöst werden durch ein CBTC (Communication-Based Train Control) -System umfassend mindestens ein Schienenfahrzeug, das über ein CBTC-Fahrzeuggerät verfügt, sowie ein CBTC-Stellwerk, wobei das Fahrzeug in Kommunikationsverbindung mit dem CBTC-Stellwerk steht, wobei das Fahrzeuggerät konfiguriert ist eine relative Position des Fahrzeugs zu melden und das CBTC-Stellwerk konfiguriert ist, die Position des Zugschlusses des Schienenfahrzeuges zu bestimmen und falls eine eingestellte Fahrstraße mit einem Abschnitt hinter dem Zugschluss existiert, diesen Fahrstrassenabschnitt aufzulösen.

[0054] So ist es möglich Fahrstrassen quasi-kontinuierlich hinter dem Schienenfahrzeug aufzulösen und so die Kapazität des Schienennetzes effizient zu nutzen. Fahrstrassen vor dem Fahrzeug können nur bei bestätigtem Stillstand des Fahrzeugs aufgelöst werden. Das CBTC-Stellwerk ist insbesondere ein logischer Unterprozess des CBTC-Systems. Das CBTC-System umfasst ggf. weitere logische Unterprozesse, wie zum Beispiel Zugverfolgung oder Ermittlung der Movement authority.

[0055] Schliesslich kann die Aufgabe durch ein Schienenfahrzeug gelöst werden, welches Mittel zum Bestimmen der aktuellen relativen Position des Fahrzeugs und ein CBTC-Fahrzeuggerät aufweist, das konfiguriert ist mit einem CBTC-Stellwerk zu kommunizieren. So ist eine effiziente Übertragung der Position des Schienenfahrzeugs möglich.

[0056] Das Schienenfahrzeug kann als Mittel zum Bestimmen der aktuellen relativen Position Mittel zur Bestimmung diskreter Positionen während der Fahrt aufweisen, bevorzugt mindestens einen Tag-Leser, insbesondere einen RFID-Tag-Leser sowie Odometriemittel zur Bestimmung der aktuellen Position zwischen zwei diskreten Positionen.

[0057] So kann die Position exakt ermittelt werden.

[0058] In einer Variante können entlang des Schienennetzes RFID-Tags vorgesehen sein, die einem vorbeifahrenden Zug eindeutige Identifikationsnummer kommunizieren, mit deren Hilfe die Position des Zuges bestimmt wird. Diese Daten werden vom Zug empfangen und als Basis für seine Positionsbestimmung genutzt. Zwischen zwei Tags wird die Position anhand zusätzlicher Odometriemittel bestimmt, z.B. aufgrund von Radensoren, Beschleunigungswerten o.ä.

[0059] Das Schienenfahrzeug kann seine ermittelte Position dem CBTC-Stellwerk mitteilen, welches aus den übermittelten und/oder vorhandenen Daten die Position des Zugschlusses bestimmen kann, wobei die Position des Zugschlusses entweder explizit vom Fahrzeug an das Stellwerk übermittelt werden kann oder die Position vom Stellwerk berechnet werden kann. Da eine Fahrstrasse immer eine Richtungsinformation enthält und vom Fahrzeug nicht in der Gegenrichtung nutzbar ist, ist eindeutig bestimmbar, welcher Teil der Fahrstrasse bereits passiert wurde und somit freigegeben werden kann

Figur 1 zeigt ein erfindungsgemässes Verfahren zur teilweisen Auflösung einer Fahrstrasse

Figur 2 zeigt ein Schema einer Fahrstrasse

Figur 3 zeigt ein Schema eines Fahrstrassenauflösungssystems

Figur 4 zeigt ein Schema eines Computerprogrammprodukts zur Durchführung eines Verfahrens zur teilweisen Auflösung einer Fahrstrasse

[0060] Figur 1 stellt das erfindungsgemässe Verfahren dar, wobei das CBTC-Stellwerk zyklisch prüft, ob eine neue Position des Zuges empfangen wurde, falls ja die neue Position des Zugschlusses ermittelt und falls ein Teil der für dieses Fahrzeug eingestellten Fahrstrasse hinter dem Fahrzeug vorhanden ist, diesen Teil auflöst. Diese Operationen sind Teil einer Schleife innerhalb des Stellwerksalgorithmus und werden im Taktzyklus, also typischerweise alle 1-5 Sekunden, neu durchgeführt.

[0061] Figur 2 zeigt ein Schema einer Fahrstrasse 10. Die Fahrstrasse 10 umfasst einen Startpunkt 1 und einen Endpunkt 2, wobei ein Schienenfahrzeug 6 diese Fahrstrasse 10 in Fahrtrichtung F befährt. Das Schienenfahrzeug 6 umfasst einen motorisierten Wagen 7 an in Fahrtrichtung F vorderster Position und einen nicht motorisierten Wagen 8 in der in Fahrtrichtung F letzten Position.

[0062] Das Schienenfahrzeug 6 bestimmt seine Position N mit einer Positionsbestimmungsvorrichtung, die einen RFID-Lesegerät und ein Hodometer umfasst. Dabei wird vom RFID-Lesegerät ein RFID-Tag am Streckenrand gelesen und durch das Hodometer die Distanz zu diesem RFID-Tag gemessen. Die Position N wird anschliessend entweder an ein CBTC-Stellwerk übermittelt oder von einem CBTC-Modul des Schienenfahrzeugs 6 zur Bestimmung einer relativen Position R des Schienenfahrzeugschlusses verwendet. Die relative Position R des Schienenfahrzeugschlusses ist eine Position auf

der Fahrstrasse 10 in einem Sicherheitsabstand 5 hinter dem letzte Wagen 8 des Schienenfahrzeugs 6. Die relative Position R kann auch durch das CBTC-Stellwerk bestimmt werden.

[0063] Das CBTC-Stellwerk prüft, ob ein Fahrstrassenabschnitt 3 in Fahrtrichtung F hinter der relativen Position R existiert. Falls dieser Fahrstrassenabschnitt 3 existiert, löst das CBTC-Stellwerk die Fahrstrasse 10 bis zu relativen Position R des Schienenfahrzeugschlusses auf. Der Fahrstrassenabschnitt 4 vor der relativen Position R des Schienenfahrzeugschlusses bleibt weiterhin für das Schienenfahrzeug 6 reserviert. Im Fall, dass das Schienenfahrzeug 6 keine Position meldet, bleibt die Fahrstrasse 10 weiterhin für das Schienenfahrzeug 6 reserviert. Bisherige Fahrstrassenauflösungsverfahren haben die Fahrstrasse in vordefinierte Fahrstrassenabschnitte eingeteilt. Streckenseitige Vorrichtungen haben gemeldet, wenn das Schienenfahrzeug einen solchen vordefinierten Fahrstrassenabschnitt passiert hat.

[0064] Im Gegensatz dazu weist das vorliegende Verfahren keine vordefinierten Fahrstrassenabschnitte auf. Stattdessen wird ein aufzulösender Fahrstrassenabschnitt 3 durch die Position des Schienenfahrzeugs bestimmt. Die Fahrstrassenauflösung kann somit jederzeit bis zu einem beliebigen Punkt der Fahrstrasse erfolgen. Dies erlaubt es, die Schienennetze dichter zu befahren.

[0065] Figur 3 zeigt ein Schema eines Fahrstrassenauflösungssystems 20. Das Fahrstrassenauflösungssystem 20 umfasst ein Schienenfahrzeug 6 und ein CBTC-Stellwerk 11. Das Schienenfahrzeug 6 umfasst ein bordseitiges CBTC-Modul 16 mit einer Positionsbestimmungsvorrichtung 12. Die Positionsbestimmungsvorrichtung 12 umfasst ein RFID-Lesegerät und ein Hodometer.

[0066] Das RFID-Lesegerät liest einen RFID-Tag 13 der Fahrstrecke. Das Hodometer misst die Distanz des Schienenfahrzeugs 6 zum RFID-Tag kontinuierlich. So kann die Position des Schienenfahrzeugs 6 kontinuierlich bestimmt und in kurzen Abständen an das CBTC-Stellwerk 11. Dieses löst bis zur Position des Schienenfahrzeugs die Fahrstrasse in Fahrtrichtung hinter dem Schienenfahrzeug 6 auf, stellt Fahrstrassen ein und sendet die freigegebenen Fahrstrassen an das Schienenfahrzeug 6.

[0067] Figur 4 zeigt ein Schema eines Computerprogrammprodukts 100 zur Durchführung eines Verfahrens zur teilweisen Auflösung einer Fahrstrasse. Das Computerprogrammprodukt 100 umfasst einen ersten Programmteil 161, welcher durch den bordseitigen Computer 162 eines CBTC-Moduls durchgeführt wird. Dieser erste Teil 161 bestimmt die Position des Schienenfahrzeugs. Diese Position wird einem Stellwerkscomputer 112 übermittelt, welcher einen zweiten Teil 111 des Computerprogramms 100 umfasst. In diesem Fall wird die Position über ein WLAN an eine Kommunikationseinrichtung an der Fahrstreck gesendet, welches diese Position an den Stellwerkscomputer 112 übermittelt. Dieser zwei-

te Teil 111 löst Fahrstrassenabschnitte auf Basis der Positionsmeldung des Schienenfahrzeuges auf und teilt dem bordseitigen Computer 162 Fahrstrassenfreigaben mit.

Patentansprüche

1. Verfahren (50), insbesondere computer-implementiertes Verfahren, zum teilweisen Auflösen von Fahrstrassen (10), **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verfahren (50) die folgenden Schritte umfasst:
 - Bestimmen einer Position (N) eines Schienenfahrzeuges (6), insbesondere durch ein bordseitiges CBTC-Modul (16) des Schienenfahrzeuges (6),
 - Übermitteln der Position (N) des Schienenfahrzeuges (6), insbesondere durch eine Kommunikationsvorrichtung des Schienenfahrzeuges (6), an ein CBTC-Stellwerk (11),
 - Prüfen durch das CBTC-Stellwerk (11), ob für das Schienenfahrzeug (6) eine eingestellte Fahrstrasse (10) mit einem Fahrstrassenabschnitt (3) in Fahrtrichtung (F) hinter der Position des Schienenfahrzeuges (6) existiert,
 - Falls ein solcher Fahrstrassenabschnitt (3) existiert Auflösen dieses Fahrstrassenabschnittes (3) bis zur Position des Schienenfahrzeuges (6).
2. Verfahren (50) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verfahren (50) die folgenden Schritte umfasst:
 - Sammeln von Positionsdaten durch mindestens eine Positionsbestimmungsvorrichtung (12) auf dem Schienenfahrzeug(6),
 - Senden der Positionsdaten an ein bordseitiges CBTC-Modul (16) des Schienenfahrzeuges (6) und/oder an das CBTC-Stellwerk (11),
 - Bestimmen einer relativen Position (R) des Schienenfahrzeugschlusses durch das bordseitige CBTC-Modul (16) und/oder durch das CBTC-Stellwerk (11) auf Basis der Positionsdaten
 - Auflösen der Fahrstrasse (10) bis zur relativen Position (R) des Schienenfahrzeugschlusses.
3. Verfahren (50) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Positionsübermittlungen des Schienenfahrzeuges (6) an das Stellwerk (11) im Abstand von 0.1 - 5 Sekunden, bevorzugt im Abstand von 0.5 Sekunden, erfolgt.
4. Verfahren (50) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Position mittels Lesen eines RFID-Tags durch ein RFID-Lesegerät auf dem Schienenfahrzeug und/oder mittels Messen der zurückgelegten Wegstrecke, bevorzugt durch ein Hodometer, bestimmt.
5. Verfahren (50) nach einem der Ansprüche 1-4, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Fahrstrassenabschnitt (3), welcher dem Schienenfahrzeug (6) zugeordnet ist, ausschliesslich nach einer Positionsmeldung durch das Schienenfahrzeug (6) aufgelöst wird.
6. Bordseitiges CBTC-Modul (16), wobei das bordseitige CBTC-Modul (16) eine Vorrichtung zur Datenverarbeitung umfasst, insbesondere Schienenfahrzeugcomputersystem (162), umfassend Mittel zur Ausführung der Schritte des Verfahrens (50) nach einem der Ansprüche 1-5.
7. CBTC-Stellwerk (11) umfassend ein Vorrichtung zur Datenverarbeitung (112), umfassend Mittel zur Ausführung der Schritte des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1-5.
8. Schienenfahrzeug (6) umfassend ein bordseitiges CBTC-Modul (16) nach Anspruch 6, insbesondere umfasst das Schienenfahrzeug (6) mindestens eine Positionsbestimmungsvorrichtung (12).
9. Schienenfahrzeug (6) nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Positionsbestimmungsvorrichtung (12) ein Tag-Lesegeräte, insbesondere ein RFID-Tag-Lesegerät, zur Bestimmung diskreter Positionen und ein Hodometer zur Messung der Distanz zu der bestimmten diskreten Position umfasst.
10. Fahrstrassenauflösungssystem (20) umfassend mindestens ein Schienenfahrzeug (6), insbesondere einem Schienenfahrzeug (6) nach einem der Ansprüche 8 oder 9, und ein CBTC-Stellwerk (11), insbesondere ein CBTC-Stellwerk (11) nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Fahrstrassenauflösungssystem (20) dazu ausgebildet ist, ein Verfahren (50) nach einem der Ansprüche 1-5 auszuführen.
11. Fahrstrassenauflösungssystem (20) nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Fahrstrassenauflösungssystem (20) Identifikationsmarker am Streckenrand, insbesondere RFID-Tags, zur Positionsbestimmung umfasst.
12. Computerprogrammprodukt (100), umfassend Befehle, die bei der Ausführung des Programms den Computer veranlassen, die Schritte des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1-5 auszuführen.
13. Computerlesbares Speichermedium, umfassend Befehle, die bei der Ausführung durch einen Computer diesen veranlassen, die Schritte des Verfahrens

rens nach einem der Ansprüche 1-5 auszuführen.

5

10

15

20

25

30

35

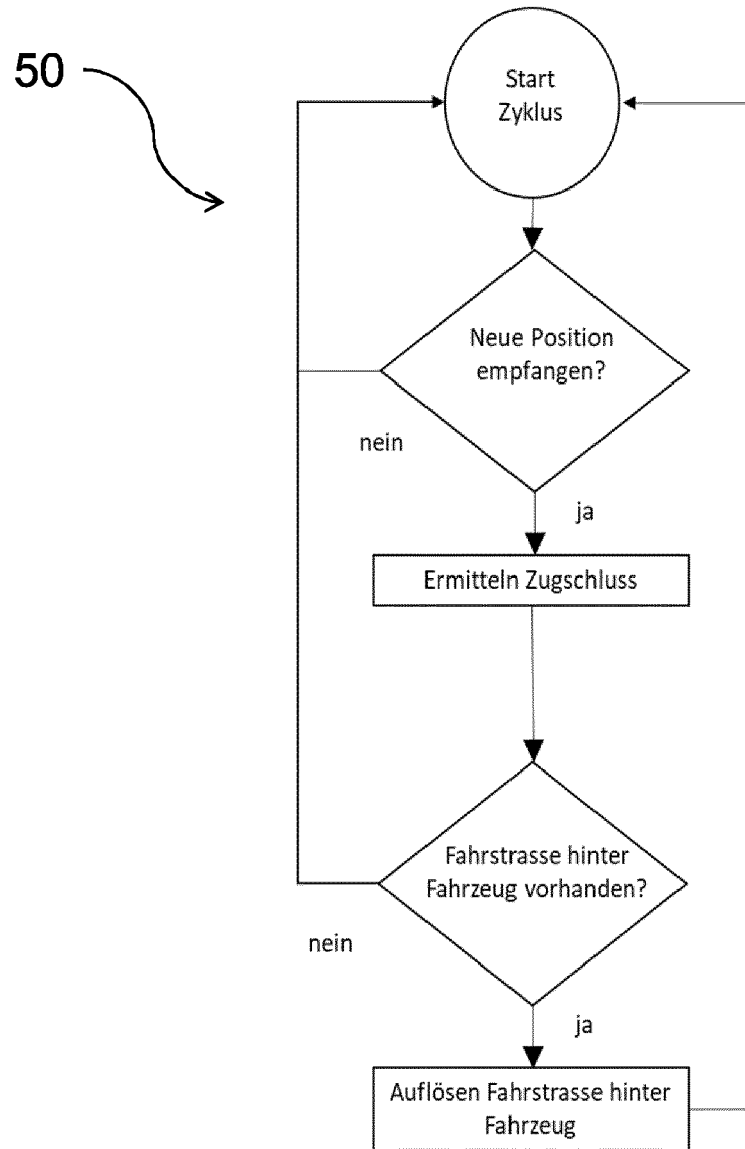
40

45

50

55

8



Figur 1

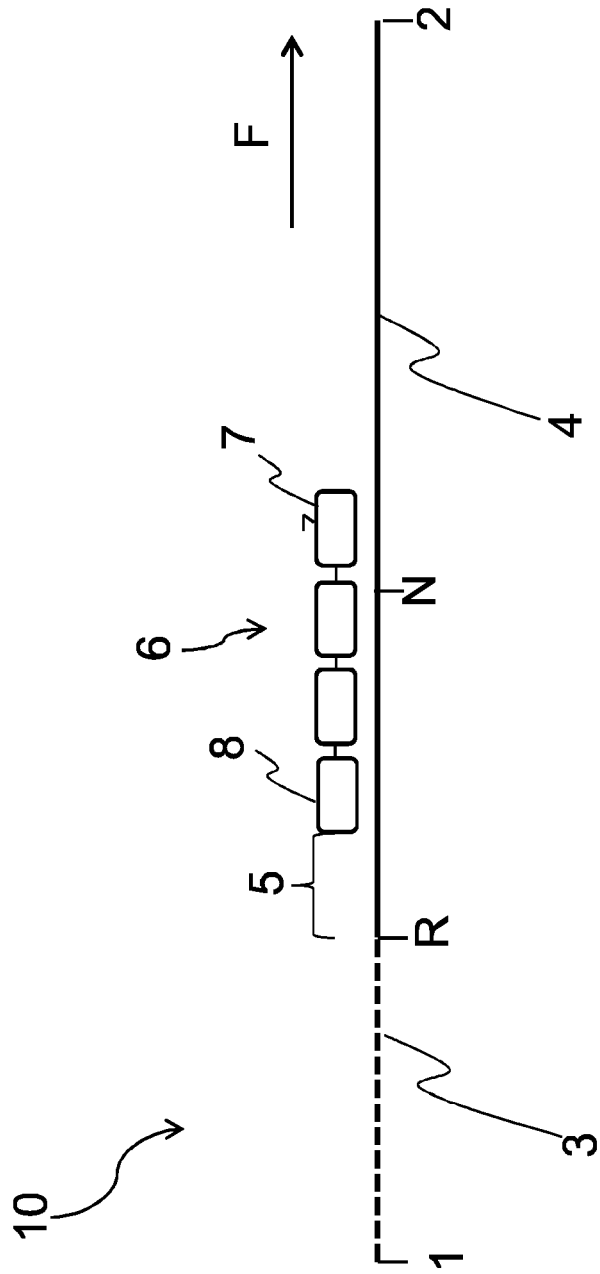
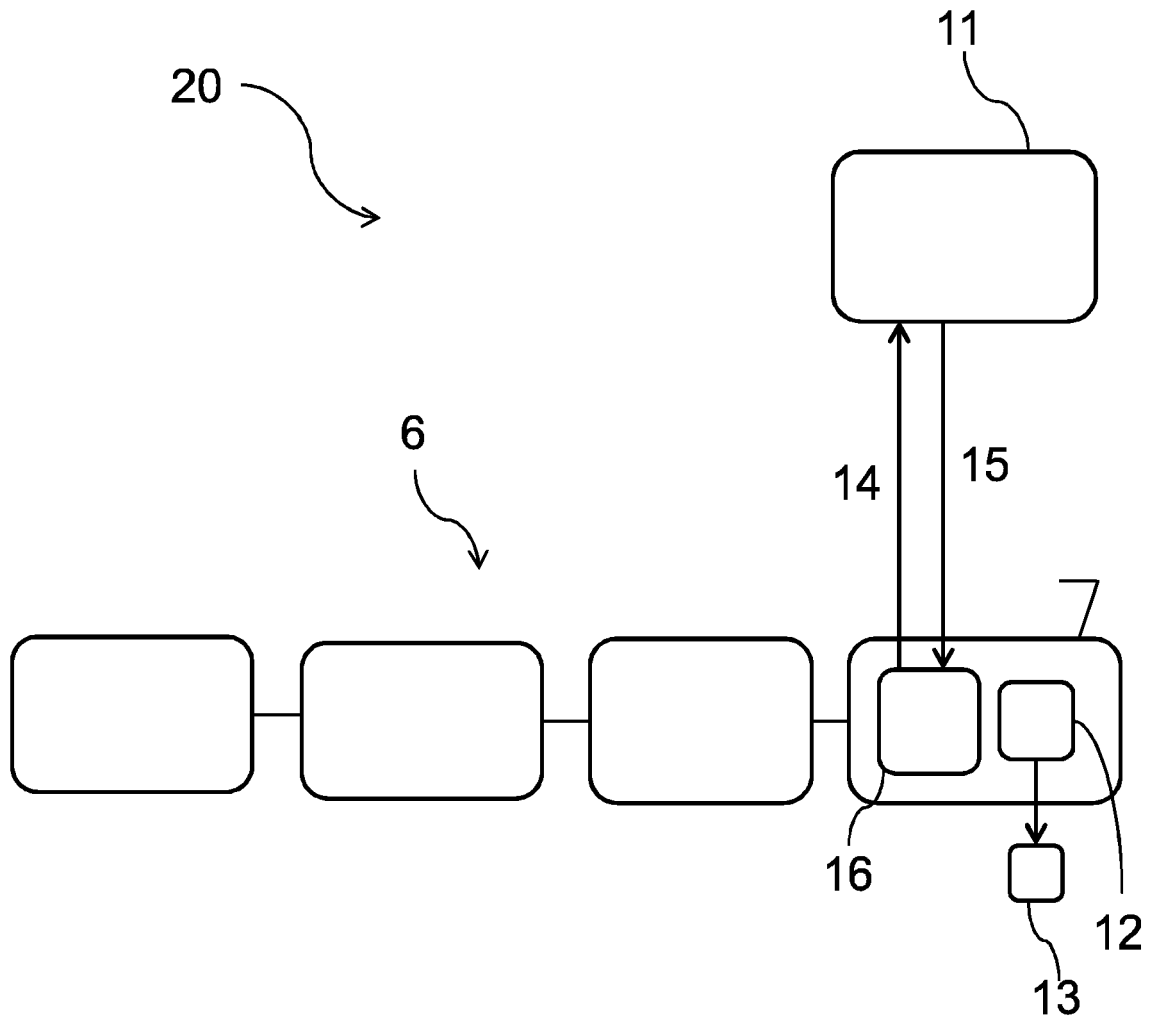
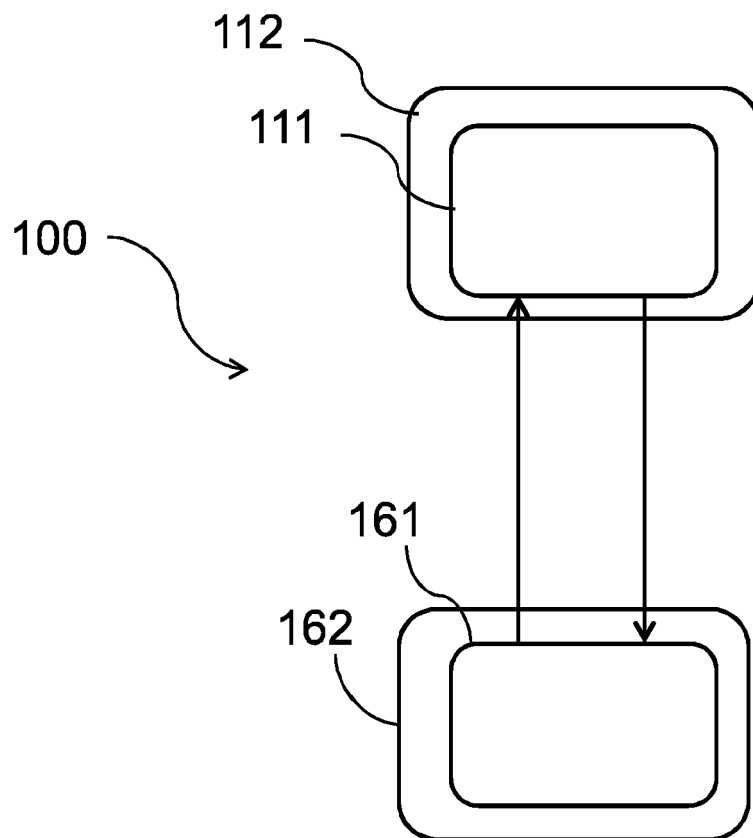


Figure 2



Figur 3



Figur 4



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 22 16 3407

5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	EP 1 630 059 B1 (SIEMENS AG [DE]) 30. September 2009 (2009-09-30) * Absatz [0005] und Absatz [0029], Punkt 2. *	1-13	INV. B61L19/06 B61L21/04 B61L25/02 B61L27/20
A	MILIUS B: "STELLWERKE VON MORGEN WELCHE ROLLE KANN DAS STELLWERK IN EINEM ETCS-LEVEL-3-SYSTEM NOCH SPIELEN?//INTERLOCKINGS FOR TOMORROW HOW TO INTEGRATE INTERLOCKINGS IN ETCS LEVEL 3 SYSTEMS", ZEVRAIL - GLASERS ANNALEN, GEORG SIEMENS VERLAG, BERLIN, DE, Bd. 126, Nr. 2/03, 1. Januar 2002 (2002-01-01), Seiten 106-114, XP001145097, ISSN: 1618-8330 * Bild 4; Abschnitt 4.5 *	1-13	
A	WO 2017/153132 A1 (SIEMENS AG [DE]) 14. September 2017 (2017-09-14) * Figur; Seite 6, Zeile 10 - Seite 11, Zeile 2 *	1-13	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) B61L
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlussdatum der Recherche 8. August 2022	Prüfer Plützer, Stefan
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	

1
EPO FORM 1503 03.82 (F04C03)

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

EP 22 16 3407

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

08-08-2022

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1630059	B1	30-09-2009	AT 444220 T 15-10-2009
			DE 102004042979 A1 16-03-2006
			EP 1630059 A2 01-03-2006
			ES 2331191 T3 23-12-2009
			PT 1630059 E 23-10-2009

WO 2017153132	A1	14-09-2017	CN 108778890 A 09-11-2018
			DE 102016203694 A1 07-09-2017
			EP 3400161 A1 14-11-2018
			ES 2908575 T3 03-05-2022
			WO 2017153132 A1 14-09-2017

EPO FORM P0461

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