



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
05.06.2024 Patentblatt 2024/23

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
B61L 25/02 ^(2006.01) **B61L 29/22** ^(2006.01)
B61L 29/32 ^(2006.01) **B61L 23/16** ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **22210768.2**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
B61L 25/021; B61L 25/023; B61L 25/025;
B61L 29/226; B61L 29/32; B61L 23/16; B61L 27/57

(22) Anmeldetag: **01.12.2022**

(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 ME MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(71) Anmelder: **Siemens Mobility GmbH**
81739 München (DE)

(72) Erfinder: **Matthee, Wilfried**
38259 Salzgitter (DE)

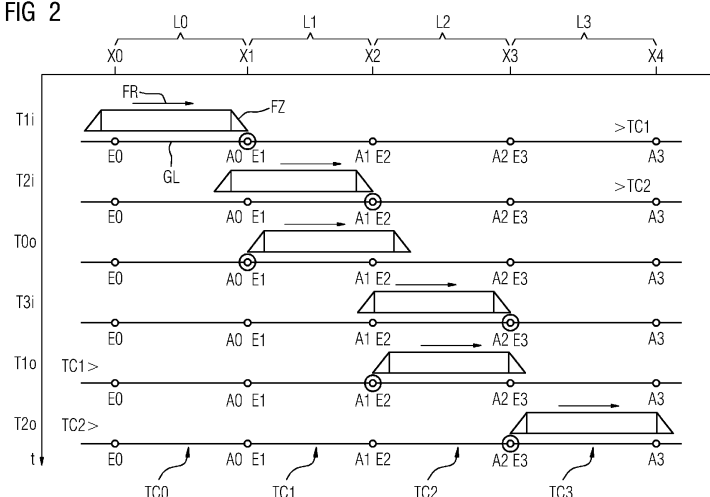
(74) Vertreter: **Siemens Patent Attorneys**
Postfach 22 16 34
80506 München (DE)

(54) **VERFAHREN ZUM BESTIMMEN EINES GESCHWINDIGKEITSWERTES EINES SPURGEFÜHRTEN FAHRZEUGS**

(57) Gegenstand der Erfindung ist ein Verfahren zum Bestimmen eines Geschwindigkeitswertes eines spurgeführten Fahrzeugs (FZ), bei dem Messwerte, die beim Überfahren mindestens einer streckenseitigen Einrichtung gewonnen wurden, rechnergestützt ausgewertet werden. Als streckenseitige Einrichtungen kommen ein erster Gleisstromkreis (TCO ... TC3) und ein in Fahrtrichtung (FR) des Fahrzeugs (FZ) folgender zweiter Gleisstromkreis (TCO ... TC3) zum Einsatz. Der Geschwindigkeitswert wird bestimmt, indem für den ersten Gleisstromkreis (TCO ... TC3) der Quotient aus der Länge des ersten Gleisstromkreises (TCO ... TC3) und der Zeitdifferenz zwischen dem Eintrittszeitpunkt (T1i ... T3i) des Fahrzeugs (FZ) in den ersten Gleisstromkreis (TCO ... TC3) und dem Eintrittszeitpunkt (T1i ... T3i) des Fahrzeugs (FZ) in den zweiten Gleisstromkreis (TCO ... TC3)

berechnet wird, und/oder für den zweiten Gleisstromkreis (TCO ... TC3) der Quotient aus der Länge des zweiten Gleisstromkreises (TCO ... TC3) und der Zeitdifferenz zwischen dem Austrittszeitpunkt (T0o ... T2o) des Fahrzeugs (FZ) aus dem ersten Gleisstromkreis (TCO ... TC3) und dem Austrittszeitpunkt (T0o ... T2o) des Fahrzeugs (FZ) aus dem zweiten Gleisstromkreis (TCO ... TC3) berechnet wird. Ferner umfasst die Erfindung ein Verfahren zum Betreiben eines Bahnübergangs (BU), ein Verfahren zum Prognostizieren eines Zeitpunktes einer Ankunft eines spurgeführten Fahrzeugs (FZ) an einem streckenbezogenen Referenzpunkt, ein Verfahren zum Prognostizieren eines Zeitpunktes eines Verlassens eines streckenbezogenen Referenzpunktes durch ein spurgeführtes Fahrzeug (FZ) und ein darauf gerichtetes Computerprogramm.

FIG 2



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Bestimmen eines Geschwindigkeitswertes eines spurgeführten Fahrzeugs, bei dem Messwerte, die beim Überfahren mindestens einer streckenseitigen Einrichtung gewonnen wurden, rechnergestützt ausgewertet werden. Außerdem betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Betreiben eines Bahnübergangs. Weiterhin betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Prognostizieren eines Zeitpunktes einer Ankunft eines spurgeführten Fahrzeugs an einem streckenbezogenen Referenzpunkt sowie ein Verfahren zum Prognostizieren eines Zeitpunktes eines Verlassens eines streckenbezogenen Referenzpunktes durch ein spurgeführtes Fahrzeug. Zuletzt betrifft die Erfindung ein Computerprogramm sowie eine Bereitstellungsvorrichtung für dieses Computerprogramm, wobei das Computerprogramm mit Programmbefehlen zur Durchführung dieses Verfahrens ausgestattet ist.

[0002] Dokument EP 2 718 168 B1 betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer Eisenbahnsicherungsanlage mit mindestens einer Streckeneinrichtung unter Berücksichtigung einer beim Einfahren des Schienenfahrzeugs in die Einschaltstrecke der Eisenbahnsicherungsanlage mittels eines Radsensors (auch als Achszähler bezeichnet) erfassten Geschwindigkeitsmessgröße. Beim Einfahren des Schienenfahrzeugs in die Einschaltstrecke wird anhand der Geschwindigkeitsmessgröße überprüft, ob eine Korrekturzeit für die Weiterleitung einer Meldung von der einen Streckeneinrichtung an eine zugeordnete Eisenbahnsicherungsanordnung entsprechend der Geschwindigkeitsmessgröße einzustellen ist. Danach wird eine eingestellte Korrekturzeit dahingehend überprüft, ob diese in Abhängigkeit von mindestens einer weiteren fahrzeitbestimmenden Einflussgröße des Schienenfahrzeugs wirksam bleiben soll.

[0003] Bei dem Verfahren zum Betreiben eines Bahnübergangs als Eisenbahnsicherungsanlage

- erfasst mindestens ein Streckenelement während der Überfahrt des Schienenfahrzeugs Messdaten,
- werden rechnergestützt als Eigenschaften des Schienenfahrzeugs die Geschwindigkeit des Schienenfahrzeugs und die Beschleunigung des Schienenfahrzeugs aus den Messdaten ermittelt,
- wird eine Schließzeit zum Auslösen eines Schließens des Bahnübergangs in Abhängigkeit der ermittelten Eigenschaften des Schienenfahrzeugs bestimmt.

[0004] In der EP 3984856 A1 ist beschrieben, dass mithilfe von Radsensoren eine Mustererkennung von Schienenfahrzeugen vorgenommen werden kann, dahingehend, dass Zugtypen anhand ermittelter Achsabstände erkannt werden können. Unter anderem lässt sich auch ein Bahnübergang unter Kenntnis der Zugtypen mit einer optimierten Schließzeit betreiben, wobei die Schließzeiten beispielsweise bei Güterzügen hin zu einem späteren Zeitpunkt verlagert werden kann.

[0005] Die oben beschriebenen Lösungen setzen die Anwesenheit von Radsensoren im Annäherungsbereich vor dem Bahnübergang voraus. Dabei wird die Eigenschaft der Radsensoren genutzt, dass mit deren Hilfe die Geschwindigkeit und die Beschleunigung von Zügen ermittelt werden kann. Jedoch sind Radsensoren nicht in allen Schienennetzen verfügbar bzw. sollen abhängig vom Auftrag gebenden Bahnbetreiber nicht verwendet werden. Daher sind die beschriebenen Lösungen nicht überall einsetzbar.

[0006] Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, ohne die (ausschließliche) Verwendung von Radsensoren Eigenschaften des Zuges genügend sicher zu erkennen, damit ein Bahnübergang mit einer optimierten Schließzeit betrieben werden kann. Zu diesem Zweck soll ein Verfahren und eine zur Anwendung des Verfahrens geeignete Vorrichtung angegeben werden. Außerdem besteht die Aufgabe der Erfindung darin, ein Computerprogrammprodukt sowie eine Bereitstellungsvorrichtung für dieses Computerprogrammprodukt anzugeben, mit dem das vorgenannte Verfahren durchgeführt werden kann.

[0007] Diese Aufgabe wird mit dem eingangs angegebenen Anspruchsgegenstand (Verfahren) erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass als streckenseitige Einrichtungen ein erster Gleisstromkreis und ein in Fahrtrichtung des Fahrzeugs folgender zweiter Gleisstromkreis zum Einsatz kommen, wobei der Geschwindigkeitswert bestimmt wird, indem für den ersten Gleisstromkreis der Quotient aus der Länge des ersten Gleisstromkreises und der Zeitdifferenz zwischen dem Eintrittszeitpunkt des Fahrzeugs in den ersten Gleisstromkreis und dem Eintrittszeitpunkt des Fahrzeugs in den zweiten Gleisstromkreis berechnet wird, und/oder für den zweiten Gleisstromkreis der Quotient aus der Länge des zweiten Gleisstromkreises und der Zeitdifferenz zwischen dem Austrittszeitpunkt des Fahrzeugs aus dem ersten Gleisstromkreis und dem Austrittszeitpunkt des Fahrzeugs aus dem zweiten Gleisstromkreis berechnet wird.

[0008] Der Geschwindigkeitswert gibt nicht zwangsläufig die reale Geschwindigkeit des Fahrzeugs wieder. Vielmehr handelt es sich um eine Abschätzung, die aufgrund der angewendeten Berechnungsformeln gewisse Unsicherheiten enthält. Vorteilhaft wird der Geschwindigkeitswert so berechnet, ist dieser mit einer Durchschnittsgeschwindigkeit des Fahrzeugs im Bereich des betreffenden Gleisstromkreises korreliert.

[0009] Unter dem erfindungsgemäßen Geschwindigkeitswert ist auch nicht zwangsläufig eine reale Geschwindigkeitsangabe zu verstehen. Zwar kann es sich hierbei um eine Geschwindigkeitsangabe handeln, die ein positives Vorzeichen erhält, jedoch handelt es sich hierbei lediglich um eine Konvention, die den Geschwindigkeitswert durch den menschlichen Verstand besser auswertbar macht. Die Frage zum Beispiel, ob bei der Bildung des Quotienten die Länge

des Gleisstromkreises im Zähler oder im Nenner steht, ist für das erfindungsgemäße Verfahren unbedeutend. Die Einheit des Geschwindigkeitswertes entspricht einer Geschwindigkeitsangabe, wenn die Länge des Gleisstromkreises im Zähler steht. Ansonsten ergibt sich der Kehrwert einer Geschwindigkeitsangabe, der allerdings im weiteren Verfahren genauso ausgewertet werden kann.

[0010] Die Frage, ob man den auf den ersten Gleisstromkreis bezogenen Zeitpunkt, von dem auf den zweiten Gleisstromkreis bezogenen Zeitpunkt abzieht oder genau umgekehrt, hat betragsmäßig keine Auswirkung auf das Ergebnis, sondern lediglich auf das Vorzeichen. Deswegen sind beide Varianten möglich, um erfindungsgemäß den Geschwindigkeitswert zu ermitteln.

[0011] Das erfindungsgemäße Bestimmungsverfahren hat den Vorteil, dass ein Geschwindigkeitswert mit Hilfe von Gleisstromkreisen ermittelt werden kann. Dabei wird erfindungsgemäß ein Prinzip beschrieben, die Belegungsinformationen der Gleisstromkreise nicht nur, wie zur Ermittlung von Belegungsinformationen üblich, unabhängig voneinander auszuwerten, sondern mithilfe von messbaren charakteristischen Größen aufeinanderfolgender Gleisstromkreise berechnete Werte wie den bereits erwähnten Geschwindigkeitswert (vorzugsweise auch einen Wert für den Zeitpunkt eines Mittendurchtritts des Fahrzeuganfangs durch den betreffenden Gleisstromkreis, einen Wert für den Zeitpunkt des Mittendurchtritts des Fahrzeuganfangs im durch den ersten und zweiten Gleisstromkreis gemeinsam gebildeten Streckenabschnitt, einen Beschleunigungswert für ein den ersten und den zweiten Gleisabschnitt durchfahrendes Fahrzeug oder für die Länge des Fahrzeugs; zu diesen Werten im Folgenden noch mehr) zu berechnen.

[0012] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird je nach Betriebssituation auf den Fahrzeuganfang, die Fahrzeugmitte oder das Fahrzeugende Bezug genommen. Der Fahrzeuganfang wird vorzugsweise durch Einfahren in einen Gleisstromkreis und das Fahrzeugende durch das Ausfahren aus einem Gleisstromkreis geortet, da die Lage des Gleisstromkreises auf der Strecke bekannt ist. Daher wird der Fahrzeuganfang durch die in Fahrtrichtung gesehen erste Achse des Fahrzeugs und das Fahrzeugende durch die in Fahrtrichtung gesehen letzte Achse des Fahrzeugs repräsentiert. Überhänge des Fahrzeugs können allerdings durch den jeweiligen Abstand des tatsächlichen Fahrzeuganfangs von der ersten Achse und des tatsächlichen Fahrzeugendes von der letzten Achse in an sich bekannter Weise berücksichtigt werden, wenn in bestimmten Anwendungsfällen eine höhere Genauigkeit für die Ortsbestimmung des Fahrzeugs gefordert wird.

[0013] Dass im Folgenden allgemein von Werten die Rede ist, soll verdeutlichen, dass diese Werte nicht unbedingt reale Zustandsgrößen des Fahrzeugs in ihrem zeitlichen Verlauf wiedergeben. Es kann sich hierbei zum Beispiel um Durchschnittsgrößen oder eine bestimmte Zustandsgröße des Fahrzeugs repräsentierende Größe handeln. Die Größen ermöglichen es erfindungsgemäß, den Betriebszustand des Zuges, insbesondere dessen Geschwindigkeit, einzuschätzen und hierdurch im Rahmen einer Bahnautomatisierung zu Steuerungszwecken des Fahrzeugs und von Streckeneinrichtungen nutzbar zu machen. Hierbei kommen verschiedene Steuerungszwecke in Betracht (hierzu im Folgenden noch mehr).

[0014] Der einfachste Fall einer Nutzung besteht darin, die Geschwindigkeit des Fahrzeugs mit dem erfindungsgemäßen Verfahren zu überwachen. Hierbei kann im Übrigen auch eine Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens jeweils paarweise bei aufeinanderfolgenden Gleisstromkreisen angewendet werden, wodurch für das Fahrzeug auch über längere Streckenabschnitte ein Geschwindigkeitsprofil erstellt werden kann (hierzu im folgenden noch mehr).

[0015] Insbesondere ermöglicht die Erfindung auch eine Vorhersage, wann ein Zug einen bestimmten Referenzpunkt erreichen wird. Dies gilt beispielsweise für einen

- Bahnübergang: Ankunftszeit des Fahrzeugs,
- Bahnsteig: Ankunftszeit des Fahrzeugs,
- Zeitpunkt der Belegung nachfolgender Gleisstromkreise,
- Belegung einer Weiche oder Weichengruppe.

[0016] Unter "rechnergestützt" oder "computerimplementiert" kann im Zusammenhang mit der Erfindung eine Implementierung eines Verfahrens verstanden werden, bei dem mindestens ein Computer oder Prozessor mindestens einen Verfahrensschritt des Verfahrens ausführt.

[0017] Unter einer "Rechenumgebung" kann im Zusammenhang mit der Erfindung eine IT-Infrastruktur bestehend aus Komponenten wie Computern, Speichereinheiten, Programmen und aus mit den Programmen zu verarbeitenden Daten, verstanden werden, die zur Ausführung mindestens einer Applikation, die eine Aufgabe zu erfüllen hat, verwendet werden. Die IT-Infrastruktur kann insbesondere auch aus einem Netzwerk der genannten Komponenten bestehen.

[0018] Unter einer "Recheninstanz" (oder kurz Instanz) kann innerhalb einer Rechenumgebung eine funktionale Einheit verstanden werden, die einer Applikation (gegeben beispielsweise durch eine Anzahl von Programmmodulen) zugeordnet werden kann und diese ausführen kann. Diese funktionale Einheit bildet bei der Ausführung der Applikation ein physikalisch (beispielsweise Computer, Prozessor) und/oder virtuell (beispielsweise Programmmodul) in sich geschlossenes System.

[0019] Der Ausdruck "Rechner" oder "Computer" deckt alle elektronischen Geräte mit Datenverarbeitungseigenschaften

ten ab. Computer können beispielsweise Clients, Server, Handheld-Computer, Kommunikationsgeräte und andere elektronische Geräte zur Datenverarbeitung sein, die Prozessoren und Speichereinheiten aufweisen können und über Schnittstellen auch zu einem Netzwerk zusammengeschlossen sein können.

[0020] Unter einem "Prozessor" kann im Zusammenhang mit der Erfindung beispielsweise ein Wandler, ein Sensor zur Erzeugung von Messsignalen oder eine elektronische Schaltung verstanden werden. Bei einem Prozessor kann es sich insbesondere um einen Hauptprozessor (engl. Central Processing Unit, CPU), einen Mikroprozessor, einen Mikrocontroller, oder einen digitalen Signalprozessor, möglicherweise in Kombination mit einer Speichereinheit zum Speichern von Programmbefehlen und Daten handeln. Auch kann unter einem Prozessor ein virtualisierter Prozessor oder eine Soft-CPU verstanden werden.

[0021] Unter einer "Speichereinheit" kann im Zusammenhang mit der Erfindung beispielsweise ein computerlesbarer Speicher in Form eines Arbeitsspeichers (engl. Random-Access Memory, RAM) oder Datenspeichers (Festplatte oder Datenträger) verstanden werden.

[0022] Als "Programmmodule" sollen einzelne Software-Funktionseinheiten verstanden werden, die einen erfindungsgemäßen Programmablauf von Verfahrensschritten ermöglichen. Diese Software-Funktionseinheiten können in einem einzigen Computerprogramm oder in mehreren miteinander kommunizierenden Computerprogrammen verwirklicht sein. Die hierbei realisierten Schnittstellen können softwaretechnisch innerhalb eines einzigen Prozessors umgesetzt sein oder hardwaretechnisch, wenn mehrere Prozessoren zum Einsatz kommen.

[0023] "Schnittstellen" können hardwaretechnisch, beispielsweise kabelgebunden oder als Funkverbindung, und/oder softwaretechnisch, beispielsweise als Interaktion zwischen einzelnen Programmmodulen eines oder mehrerer Computerprogramme, realisiert sein.

[0024] Gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass der erste Gleisstromkreis und der zweite Gleisstromkreis nicht direkt aneinanderstoßen und ein Abstand zwischen dem ersten Gleisstromkreis und dem zweiten Gleisstromkreis bei der Berechnung der Geschwindigkeit zu der Länge des ersten Gleisstromkreises und/oder zu der Länge des zweiten Gleisstromkreises hinzugerechnet wird.

[0025] Das erfindungsgemäße Prinzip beim Bestimmen des Geschwindigkeitswertes (und der weiteren genannten Werte) besteht erfindungsgemäß darin, dass die durch benachbarte Gleisstromkreise ermittelten Ereignisse miteinander verglichen werden. Die Ereignisse sind beispielsweise die Einfahrt in den in Fahrtrichtung gesehen ersten Gleisstromkreis und die Einfahrt in den zweiten Gleisstromkreis (Erzeugung der Belegtmeldungen) sowie die Ausfahrt aus dem in Fahrtrichtung gesehen ersten Stromkreis und dem zweiten Gleisstromkreis (Erzeugung der Freimeldungen).

[0026] Benachbart bedeutet, dass die Gleisstromkreise aufeinanderfolgen. Dies bedeutet allerdings nicht zwangsläufig, dass diese direkt aneinanderstoßen. Wenn die benachbarten Gleisstromkreise jedoch nicht direkt aneinanderstoßen, muss die Distanz, die zwischen diesen liegt, für die weiteren Berechnungen berücksichtigt werden, sobald es um die zwischen den genannten Ereignissen zurückgelegte Strecke geht. Diese wird dann nicht nur durch die jeweilige Länge der Gleisstromkreise, sondern, weil das eine Ereignis jeweils durch den nachfolgenden Gleisstromkreis ermittelt wird, auch durch die Distanz zwischen den beiden Gleisstromkreisen gebildet.

[0027] Der Vorteil, wenn die benachbarten Gleisstromkreise nicht direkt aneinanderstoßen müssen, ist, dass bereits vorhandene Gleisstromkreise, deren Lage bereits festgelegt ist, auch in das erfindungsgemäße Verfahren einbezogen werden können, wenn diese einen Abstand zueinander oder zu dem Zweck des erfindungsgemäßen Verfahrens neu hinzugefügten Gleisstromkreisen aufweisen. Auch können die zum Zweck des Verfahrens neu hinzugefügten Gleisstromkreise, die gleichzeitig einem weiteren Zweck dienen sollen, der eine bestimmte Position des Gleisstromkreises erfordert, mit einem Abstand zu den jeweils benachbarten Gleisstromkreisen vorgesehen werden. Hierbei kann vorteilhaft die Anzahl der einzubauenden Gleisstromkreise verringert werden.

[0028] Gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass zumindest ein Zeitpunkt eines Mittendurchtritts des Fahrzeugs im durch den ersten und/oder zweiten Gleisstromkreis gebildeten Streckenabschnitt bestimmt wird, indem

- zur Berechnung des Mittendurchtritts des Fahrzeuganfangs zu dem Zeitpunkt des Eintritts des Fahrzeugs in den ersten Gleisstromkreis die Hälfte der positiven Zeitdifferenz zwischen dem Eintrittszeitpunkt des Fahrzeugs in den zweiten Gleisstromkreis und dem Eintrittszeitpunkt des Fahrzeugs in den ersten Gleisstromkreis addiert wird und/oder
- zur Berechnung des Mittendurchtritts des Fahrzeugendes zu dem Zeitpunkt des Austritts des Fahrzeugs aus dem ersten Gleisstromkreis die Hälfte der positiven Zeitdifferenz zwischen dem Austrittszeitpunkt des Fahrzeugs aus dem zweiten Gleisstromkreis und dem Austrittszeitpunkt des Fahrzeugs aus dem ersten Gleisstromkreis addiert wird.

[0029] Die ermittelten Zeitpunkte des Mittendurchtritts können vorteilhaft für weitere Berechnungen genutzt werden. Aber es ist auch möglich, den Zeitpunkt des Mittendurchtritts zu verwenden, um eine Reststrecke, die das Fahrzeug zu einem Referenzpunkt zurücklegen muss, abzuschätzen. Denn die Mitte eines durch einen Gleisstromkreis gebildeten Streckenabschnittes ist bekannt, wenn die charakteristischen Daten des Gleisstromkreises, also dessen Länge und dessen Lage auf der Strecke, bekannt sind.

[0030] Gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass der Zeitpunkt eines Mittendurchtritts des Fahrzeugs im durch den ersten und zweiten Gleisstromkreis gemeinsam gebildeten Streckenabschnitt bestimmt wird, indem

- zur Berechnung des Mittendurchtritts des Fahrzeugmittelpunktes jeweils ein Zeitpunkt des Mittendurchtritts des Fahrzeuganfangs im durch den ersten und zweiten Gleisstromkreis gebildeten Streckenabschnitt bestimmt wird und zu dem Zeitpunkt des Mittendurchtritts des Fahrzeuganfangs im durch den ersten Gleisstromkreis gebildeten Streckenabschnitt die Hälfte der positiven Zeitdifferenz zwischen dem Zeitpunkt des Mittendurchtritts des Fahrzeugendes im durch den zweiten Gleisstromkreis gebildeten Streckenabschnitt und dem Zeitpunkt des Mittendurchtritts des Fahrzeuganfangs im durch den ersten Gleisstromkreis gebildeten Streckenabschnitt addiert wird und/oder
- zur Berechnung des Mittendurchtritts des Fahrzeuganfangs zu dem Zeitpunkt des Eintritts des Fahrzeuganfangs in den ersten Gleisstromkreis die Hälfte der positiven Zeitdifferenz zwischen dem Zeitpunkt des Eintritts des Fahrzeuganfangs in einen auf den zweiten Gleisstromkreis folgenden dritten Gleisstromkreis und dem Zeitpunkt des Eintritts des Fahrzeugs in den ersten Gleisstromkreis addiert wird und/oder
- zur Berechnung des Mittendurchtritts des Fahrzeugendes zu dem Zeitpunkt des Verlassens des Fahrzeugendes eines vor dem ersten Gleisstromkreis liegenden nullten Gleisstromkreises die Hälfte der positiven Zeitdifferenz zwischen dem Zeitpunkt des Verlassens des Fahrzeugendes des zweiten Gleisstromkreises und dem Zeitpunkt des Verlassens des Fahrzeugendes des nullten Gleisstromkreises vor dem ersten Gleisstromkreis addiert wird.

[0031] Wird der Zeitpunkt des Mittendurchtritts nach diesem Verfahren berechnet, so hat dies den Vorteil, dass sich der Mittendurchtritt auf die gemeinsam durch den ersten Gleisstromkreis und den zweiten Gleisstromkreis gebildeten Streckenabschnitt bezieht. Wie bereits erwähnt, beruht das erfindungsgemäße Prinzip darauf, dass zwei benachbarte Gleisstromkreise gemeinsam Verwendung finden, um eine Auswertung zu ermöglichen, die über den Umfang der durch einen einzelnen Stromkreis zur Verfügung stehenden Auswertungsmöglichkeiten hinausgeht. Wird der Mittendurchtritt auf das besagte Paar von Gleisstromkreisen bezogen, so wird dieser mit anderen Worten für weitere Berechnungen normiert, bei denen ebenfalls die Auswertung beider Stromkreise erforderlich ist (hierzu im Folgenden noch mehr).

[0032] Gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass für das Vorliegen des mindestens einen Geschwindigkeitswertes der jeweilige Zeitpunkt des Mittendurchtritts des betreffenden Streckenabschnitts festgelegt wird.

[0033] Hierbei handelt es sich erfindungsgemäß um eine Möglichkeit, wie der Zeitpunkt des Mittendurchtritts genutzt werden kann, um weitere berechnete Werte auf einen bestimmten Zeitpunkt zu beziehen. Gleichzeitig fällt dieser Zeitpunkt mit einem vermuteten Ereignis zu eben jenem Zeitpunkt zusammen, nämlich einer definierten Ortsangabe für einen definierten Fahrzeugpunkt (Fahrzeuganfang, Fahrzeugmittelpunkt, Fahrzeugende). Vermutet ist die Ortangabe deswegen, weil der tatsächliche Ort von der tatsächlichen Geschwindigkeit des Fahrzeugs abhängt. Diese ist nicht notwendigerweise konstant, wobei bei der Durchfahrt durch den Gleisstromkreis keine Aussagen darüber möglich sind, wie sich die Geschwindigkeit während der Durchfahrt aufgrund auftretender Beschleunigungen des Fahrzeugs entwickelt (Bremsvorgänge sind in diesem Sinne als negative Beschleunigung aufzufassen). Zur Fehlerbetrachtung im Folgenden noch mehr.

[0034] Dadurch, dass nach den oben genannten Festlegungen und Annahmen eine Geschwindigkeit des Fahrzeugs und ein Ort auf der Strecke, für die die Geschwindigkeit gilt, bekannt sind, können auf dieser Grundlage Prognosen berechnet werden, wann das Fahrzeug an einem bestimmten Referenzpunkt ankommt. Hierbei wird der Abstand des Referenzpunktes von dem Ort des Mittendurchtritts berücksichtigt, wobei unter Zugrundelegung einer konstanten Geschwindigkeit der Zeitpunkt einfach berechnet werden kann, wann das Fahrzeug an dem Referenzpunkt ankommt. Dieser öffnet Möglichkeiten, den Zugverkehr genauer zu steuern, wobei die Genauigkeit der Prognose berücksichtigt werden kann.

[0035] Gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass für den ersten Gleisstromkreis und für den zweiten Gleisstromkreis jeweils ein Geschwindigkeitswert bestimmt wird und ein Beschleunigungswert für das Fahrzeug, das den ersten Gleisstromkreis und den zweiten Gleisstromkreis durchquert hat, bestimmt wird, indem der Quotient aus der Differenz zwischen der Geschwindigkeit des Fahrzeugs im ersten Gleisstromkreis und der Geschwindigkeit des Fahrzeugs im zweiten Gleisstromkreis und der Differenz zwischen dem Zeitpunkt des Mittendurchtritts des Fahrzeuganfangs im ersten Gleisstromkreis und dem Zeitpunkt des Mittendurchtritts des Fahrzeugendes im zweiten Gleisstromkreis berechnet wird.

[0036] Mithilfe des Beschleunigungswertes kann vorteilhaft eine Prognose, wann das Fahrzeug an einem Referenzpunkt ankommt, verbessert werden. Ist ein Beschleunigungswert des Fahrzeugs bekannt, sobald dieses die beiden Gleisstromkreise, welche zur Berechnung des Beschleunigungswertes herangezogen wurden, verlässt, kann eine Modellbildung erfolgen, wie sich die Geschwindigkeit des Fahrzeugs voraussichtlich entwickeln wird. Diese ist genauer, als wenn lediglich die Geschwindigkeit des Fahrzeugs berücksichtigt würde. Beispielsweise kann ein Fahrzeug, welches gerade (positiv) beschleunigt, zunächst nicht langsamer werden, und umgekehrt. Hieraus können Korrekturfaktoren berechnet werden, die bei einer Berücksichtigung allein der Geschwindigkeit (siehe oben) nicht zur Verfügung stehen würden.

[0037] Gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass ein Längenwert für das Fahrzeug bestimmt wird, indem die Hälfte des Produkts aus der Differenz zwischen dem Zeitpunkt des Verlassens des Fahrzeugs des ersten Gleisstromkreises und dem Eintrittszeitpunkt des Fahrzeugs in den zweiten Gleisstromkreis und der Summe aus der Geschwindigkeit des Fahrzeugs im ersten Gleisstromkreis und der Geschwindigkeit des Fahrzeugs im zweiten Gleisstromkreis berechnet wird.

[0038] Die Fahrzeuglänge wird mit anderen Worten dadurch ermittelbar, dass erfindungsgemäß zwei Gleisstromkreise zum Einsatz kommen. Insbesondere, wenn sich der erste Gleisstromkreis direkt an den zweiten Gleisstromkreis anschließt, entsteht an der Übergangsstelle ein Punkt, an dem direkt der Zeitpunkt für das Überfahren des Zuganfangs und das Überfahren des Zugendes ermittelt werden kann. Unter Berücksichtigung der Geschwindigkeit, welche sich ebenfalls mit Hilfe der Gleisstromkreise berechnen lässt, ist es dann möglich, auf die Zuglänge zu schließen. Um einen möglichst genauen Geschwindigkeitswert berücksichtigen zu können, werden die durch den ersten Gleisstromkreis und den zweiten Gleisstromkreis ermittelten Geschwindigkeiten gemeinsam berücksichtigt (addieren und durch zwei dividieren).

[0039] In Ergänzung kann man vorteilhaft unter Verwendung der ermittelten Zuglänge auch das Verlassen eines Referenzpunktes vorhersagen:

- Voraussichtliche Räumung eines Streckenabschnitts
- Voraussichtliche Räumung einer Fahrstraße
- Voraussichtliche Räumung einer Weiche oder Weichengruppe

[0040] Gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass der erste Gleisstromkreis und der zweite Gleisstromkreis die gleiche Länge aufweisen.

[0041] Wenn beide Gleisstromkreise die gleiche Länge aufweisen, so sind die Messergebnisse, die durch die beiden Gleisstromkreise erzeugt werden, vorteilhaft besser miteinander vergleichbar. Hierdurch werden die Werte, die, wie bereits erwähnt, lediglich Schätzwerte sind, in ihrer Aussagekraft verbessert. Beispielsweise ist die Geschwindigkeit, die durch Berücksichtigung beider Gleisstromkreise ermittelt wird (siehe oben) aussagekräftiger, wenn die beiden Geschwindigkeitswerte aufgrund gleich langer Gleisstromkreise auf vergleichbare Weise zustande kamen.

[0042] Gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass der erste Gleisstromkreis und der zweite Gleisstromkreis höchstens 100 m lang bevorzugt höchstens 50 m lang sind.

[0043] Je kürzer die Gleisstromkreise sind, desto genauer sind die ermittelten Werte. Mit anderen Worten können Unsicherheiten, die beispielsweise durch einen Beschleunigungszustand des den Gleisstromkreis durchfahrenden Fahrzeugs zustande kommen, vorteilhaft minimiert werden. Hierzu ist es vorteilhaft, die Gleisstromkreise mit einer Länge zu versehen, welche bei vordergründiger Beachtung nicht sinnvoll erscheinen, wenn mit möglichst wenigen Gleisstromkreise eine möglichst lange Strecke überwacht werden soll (im Sinne der klassischen Funktion von Gleisstromkreisen). Die erfindungsgemäße Aufgabe lässt sich jedoch besser bewältigen, wenn die Gleisstromkreise möglichst kurz ausgelegt werden.

[0044] Gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass der erste Gleisstromkreis und der zweite Gleisstromkreis zu einer Folge von mehr als zwei Gleisstromkreisen gehört und für die Durchführung des Verfahrens in Fahrtrichtung des Fahrzeugs wechselnd zwei benachbarte Gleisstromkreise als erster Gleisstromkreis und als zweiter Gleisstromkreis zum Einsatz kommen.

[0045] Mit dieser Ausgestaltung der Erfindung wird erreicht, dass auf einer Strecke, bei der eine Vielzahl (größer 2) von aufeinanderfolgenden Gleisstromkreisen zum Einsatz kommt, eine mitlaufende Überwachung des Fahrzeugs ermöglicht wird. Da die Gleisstromkreise immer noch eine gewisse Länge aufweisen, ist diese mitlaufende Überwachung als quasikontinuierlich zu bezeichnen. Diese erfindungsgemäße mitlaufende Überwachung geht über die Grundfunktion von Gleisstromkreisen, also die Belegtmeldung und Freimeldeprüfung nach dem Stand der Technik, hinaus. Wie bereits erläutert, lassen sich auch eine Geschwindigkeitsentwicklung, eine Beschleunigungsentwicklung und die Zuglänge ermitteln und überwachen. Eine Überwachung der Zuglänge kann beispielsweise Hinweise für eine Zugvollständigkeit geben.

[0046] Hierbei übernehmen die gerade durch das Fahrzeug überfahrenen, benachbarten Gleisstromkreise die Funktion des ersten Gleisstromkreises und des zweiten Gleisstromkreises im Sinne der Erfindung. Dies gilt selbstverständlich auch für den vor dem ersten Gleisstromkreis liegenden nullten Gleisstromkreis sowie für den nach dem zweiten Gleisstromkreis liegenden dritten Gleisstromkreis. Diese wandern mit anderen Worten mit dem Fahrzeug und mit dem ersten Gleisstromkreis sowie dem zweiten Gleisstromkreis mit, sofern diese bei der Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Einsatz kommen. Mit anderen Worten benennen die im Rahmen dieser Erfindungsbeschreibung gewählten Begriffe nullter Gleisstromkreis, erster Gleisstromkreis, zweiter Gleisstromkreis, dritter Gleisstromkreis keine bestimmten Gleisstromkreise an der Strecke, sondern sind auf die an der Verfahrensdurchführung gerade beteiligten Gleisstromkreise bezogen. Die Reihenfolge der Nummerierung entspricht dabei der Fahrtrichtung des Fahrzeugs.

[0047] Die Geschwindigkeitswerte des Fahrzeugs im ersten Gleisstromkreis und im zweiten Gleichstromkreis ergeben

sich jeweils zu:

$$V_{1m} = L_1 / (T_{2i} - T_{1i})$$

und

$$V_{2m} = L_2 / (T_{2o} - T_{1o})$$

[0048] Daraus lassen sich die Zeitpunkte des Mittendurchtritts des Fahrzeuganfangs im durch den ersten bzw. des Fahrzeugendes im durch den zweiten Gleisstromkreis gebildeten Streckenabschnitt berechnen, wobei der Mittendurchtritt definiert ist als das Ereignis, dass das Fahrzeug, genau genommen ein Fahrzeuganfang, ein Fahrzeugmittelpunkt oder ein Fahrzeugende, genau die Hälfte des durch den betreffenden Gleisstromkreis gebildeten Streckenabschnitts durchquert hat, zu:

$$T_{1m} = T_{1i} + (T_{2i} - T_{1i}) / 2$$

und

$$T_{2m} = T_{1o} + (T_{2o} - T_{1o}) / 2$$

[0049] Daraus lässt sich der Zeitpunkt des Mittendurchtritts des Fahrzeugs (genaugenommen eines gedachten in der Mitte zwischen Fahrzeuganfang und Fahrzeugende liegenden Fahrzeugmittelpunkts) im durch den ersten und zweiten Gleisstromkreis gemeinsam gebildeten Streckenabschnitt berechnen, wobei der Mittendurchtritt in diesem Fall definiert ist als das Ereignis, dass der Fahrzeugmittelpunkt genau die Hälfte des durch beide Gleisstromkreise gemeinsam gebildeten Streckenabschnitts durchquert hat, zu:

$$T_{12m} = T_{1m} + (T_{2m} - T_{1m}) / 2$$

oder

der Zeitpunkt des Mittendurchtritts des Fahrzeuganfangs im durch den ersten und zweiten Gleisstromkreis gemeinsam gebildeten Streckenabschnitt berechnen, wobei der Mittendurchtritt in diesem Fall definiert ist als das Ereignis, dass der Fahrzeuganfang genau die Hälfte des durch beide Gleisstromkreise gemeinsam gebildeten Streckenabschnitts durchquert hat, zu:

$$T_{12m} = T_{1i} + (T_{3i} - T_{1i}) / 2$$

oder

der Zeitpunkt des Mittendurchtritts des Fahrzeugendes im durch den ersten und zweiten Gleisstromkreis gemeinsam gebildeten Streckenabschnitt berechnen, wobei der Mittendurchtritt in diesem Fall definiert ist als das Ereignis, dass das Fahrzeugende genau die Hälfte des durch beide Gleisstromkreise gemeinsam gebildeten Streckenabschnitts durchquert hat, zu:

$$T_{12m} = T_{0o} + (T_{2o} - T_{0o}) / 2$$

wobei sich die zweite der Formeln nur anwenden lässt, wenn auf die ersten beiden Gleisstromkreise ein dritter Gleisstromkreis folgt, mit dessen Hilfe sich T_{3i} berechnen lässt, und sich die dritte der Formeln nur anwenden lässt, wenn vor dem ersten Gleisstromkreis ein nullter Gleisstromkreis liegt, mit dessen Hilfe sich T_{0o} berechnen lässt.

[0050] Der Beschleunigungswert für ein den ersten und den zweiten Gleisabschnitt durchfahrendes Fahrzeug lässt sich berechnen zu:

$$A_{12} = (V_{2m} - V_{1m}) / (T_{2m} - T_{1m})$$

[0051] Unter Berücksichtigung der bereits bestimmten Größen lässt sich im Übrigen ein Längenwert des Zuges bestimmen zu:

$$T_L = 1/2 \cdot (T_{1o} - T_{2i}) \cdot (V_{1m} + V_{2m}) .$$

[0052] Wie bereits erläutert, beruht die Ermittlung der genannten Werte auf modellhaften Vorstellungen, wobei die ermittelten Werte wegen möglicher tatsächlicher Abweichungen insbesondere der Geschwindigkeitsentwicklung (Geschwindigkeit, Beschleunigung) des Fahrzeugs während des Passierens des 1. Gleisstromkreises und des 2. Gleisstromkreises von den modellhaften Vorstellungen abweicht. Im Folgenden sollen die möglichen Abweichungen eingeschätzt werden, wobei zu diesem Zweck ebenfalls modellhaft ein Worst Case Szenario angenommen wird. Hierzu sind die folgenden Überlegungen maßgeblich

[0053] Wenn die Geschwindigkeit des Fahrzeugs während der Durchquerung eines Gleisstromkreises konstant ist, dann stimmt das Modell für die Ermittlung der Geschwindigkeit genau und der Fehler ist zumindest theoretisch gleich 0. Dies gilt auch für den Fall, wenn die Beschleunigung des Fahrzeugs während der Durchquerung des betreffenden Gleisstromkreises konstant ist. Ein maximaler Fehler würde erwartungsgemäß jedoch auftreten, wenn das Fahrzeug während der Durchquerung des Gleisstromkreises auf der 1. Hälfte der Strecke abbremst (negativ beschleunigt) und auf der 2. Hälfte der Strecke (positiv) beschleunigt, oder umgekehrt, also auf der 1. Hälfte der Strecke beschleunigt und auf der 2. Hälfte der Strecke abbremst. Im 1. Fall liegt die tatsächliche Geschwindigkeit unterhalb der modellhaft berechneten und im 2. Fall oberhalb der modellhaft berechneten Geschwindigkeit. Mit anderen Worten ändert sich bei den betrachteten beiden Fällen lediglich das Vorzeichen des Fehlers.

[0054] Diese Überlegungen machen deutlich, dass ein Fehler bedingt durch die Modellbildung von den folgenden Faktoren abhängt.

- Der Geschwindigkeit, mit der das Fahrzeug in den Gleisstromkreis einfährt (betrachtet werden die Geschwindigkeiten 50 km/h, 100 km/h und 150 km/h)
- der Länge des Gleisstromkreises (betrachtet werden Längen von 30 m, 50 m, 100 m, 200 m, 500 m)
- bezüglich des größten zu erwartenden Fehlers einer Abbremsung auf der 1. Hälfte des Gleisstromkreises und einer Beschleunigung auf der 2. Hälfte des Gleisstromkreises jeweils um den gleichen Betrag (betrachtet werden 0,1 m/s², 0,4 m/s², 0,7 m/s² und 1,0 m/s²).

[0055] Daraus ergeben sich für die maximal möglichen modellbedingten Fehler für die Geschwindigkeitsberechnung in km/h die folgenden in der Tabelle näher ausgeführten Beträge.

Worst case Fehler (modellbedingt) für Geschwindigkeitswert						
Eintrittsgeschwindigkeit	50	Länge des Gleisstromkreises				
		30	50	100	200	500
Beschleunigung (positiv, negativ)	0,1	0,20	0,33	0,66	1,33	3,48
	0,4	0,79	1,33	2,74	5,87	
	0,7	1,40	2,38	5,05	11,91	
	1	2,03	3,48	7,65		
Eintrittsgeschwindigkeit	100	Länge des Gleisstromkreises				
		30	50	100	200	500
Beschleunigung (positiv, negativ)	0,1	0,10	0,16	0,33	0,65	1,65
	0,4	0,39	0,65	1,31	2,66	6,97
	0,7	0,69	1,15	2,32	4,76	13,04
	1	0,98	1,65	3,35	6,97	20,34

(fortgesetzt)

Eintrittsgeschwindigkeit	150	Länge des Gleisstromkreises				
		30	50	100	200	500
Beschleunigung (positiv, negativ)	0,1	0,06	0,11	0,22	0,43	1,09
	0,4	0,26	0,43	0,87	1,75	4,45
	0,7	0,45	0,76	1,53	3,09	7,99
	1	0,65	1,09	2,19	4,45	11,71

[0056] Es wird deutlich, dass die Fehler bei der Bestimmung des Geschwindigkeitswertes umso geringer werden, je größer die Geschwindigkeit des Fahrzeugs ist und je kürzer der verwendete Gleisstromkreis ist.

[0057] Bei der Modellbildung für das Worst Case Szenario ist zu bemerken, dass dieses in der Realität weniger kritisch auftreten würde. Bei der Berechnung wurde angenommen, dass das Fahrzeug zum Zeitpunkt des Eintritts in die 2. Hälfte des Gleisstromkreises übergangslos von den Bremszustand in den Beschleunigungszustand übergeht, und zwar mit dem angenommenen Betrag für die Bremsung bzw. Beschleunigung. In der Realität ist hier selbstverständlich eine Übergangsphase erforderlich, welche jedoch im Vergleich zu der Annahme als weniger kritisch zu beurteilen ist. Dies bedeutet, dass die im folgenden berechneten Fehler in der Realität weniger stark ausgeprägt sein würden.

[0058] Nimmt man beispielsweise eine Geschwindigkeit von 100 km/h oder darüber und eine Gleislänge von 100 m an, so ist selbst bei einer Verzögerung/Beschleunigung von 0,7 m/s² die Abweichung geringer als 2,5 km/h und damit besser als 2,5 %. Berücksichtigt man zusätzlich einen realistischen Übergang von dem Verzögerungszustand des Fahrzeugs in den Beschleunigungszustand, kann sogar mit einer Abweichung von weniger als 1 % gerechnet werden. Selbst bei einem Gleisstromkreis mit einer Länge von 200 m wäre die Abweichung dann noch geringer als 2 %.

[0059] Das erfindungsgemäße Verfahren wird allerdings ungenauer, wenn das Fahrzeug beispielsweise nur 50 km/h fährt. Hier wäre mit Abweichungen von ungefähr 10 % zu rechnen. Auch wenn die Gleisstromkreise bei Fahrzeugen, die mit Geschwindigkeiten über 100 km/h fahren, beispielsweise 500 m lang wären, läge die Abweichung bei ungefähr 10 %.

[0060] Bei sehr geringen Geschwindigkeiten, bei denen die vollständige Abbremsung des Fahrzeugs im betreffenden Gleisstromkreis, verbunden mit Stillstandszeiten, möglich ist, ist die Anwendung des Verfahrens nicht sinnvoll, da der Fehler verbunden mit der Stillstandszeit theoretisch beliebig groß werden kann.

[0061] Die oben angegebenen Überlegungen zur Berechnung der modellbedingt auftretenden Fehler für die Ermittlung des Geschwindigkeitswertes gilt in gleicher Weise auch für die Berechnung des von dem Geschwindigkeitswert abhängigen weiteren Wertes der Zuglänge.

[0062] Die genannte Aufgabe wird alternativ mit dem eingangs angegebenen Anspruchsgegenstand (Verfahren) erfindungsgemäß auch dadurch gelöst, dass die Geschwindigkeit und die Beschleunigung aus den Messdaten von mindestens zwei als Gleisstromkreise ausgeführten Streckenelementen entsprechend der vorstehenden Erklärung ermittelt werden und die Schließzeit des Bahnübergangs unter Berücksichtigung

- des ermittelten Geschwindigkeitswertes und
- des ermittelten Beschleunigungswertes

bestimmt wird.

[0063] Als Streckenelement sollen allgemein Streckeneinrichtungen verstanden werden, die an der Strecke installiert sind. Hierzu zählen auch Sensoren, die zur Erfassung von Messdaten geeignet sind. Als Schließzeit eines Bahnübergangs ist genau genommen der Schließzeitpunkt zu verstehen, nicht der Zeitraum, wie lange der Bahnübergang geschlossen bleiben soll.

[0064] Ein Bahnübergang, vorzugsweise der Einfahrtsbereich eines Bahnübergangs, kann als Referenzpunkt im Sinne der Erfindung aufgefasst werden. Daher lässt sich das erfindungsgemäße Verfahren unter anderem auch dafür anwenden, die Schließzeit eines Bahnübergangs möglichst genau an das sich dem Bahnübergang nähernde Fahrzeug anzupassen. Hierfür können erfindungsgemäß die ermittelten Geschwindigkeitswerte, der Beschleunigungswert sowie die Zuglänge Verwendung finden. Bezogen werden die Aussagen vorzugsweise auf den Zeitpunkt des Mittendurchtritts des Fahrzeugs durch den ersten oder zweiten Gleisstromkreis.

[0065] Die genannte Aufgabe wird alternativ mit dem eingangs angegebenen Anspruchsgegenstand (Verfahren) erfindungsgemäß auch dadurch gelöst, dass das vorstehend erläuterte Verfahren zur Ermittlung eines Geschwindigkeitswertes und Beschleunigungswertes für das Fahrzeug zum Einsatz kommt und der Zeitpunkt der Ankunft an einem bestimmten Referenzpunkt unter Berücksichtigung des Geschwindigkeitswertes und des Beschleunigungswertes ge-

schätzt wird.

[0066] Die genannte Aufgabe wird alternativ mit dem eingangs angegebenen Anspruchsgegenstand (Verfahren) erfindungsgemäß auch dadurch gelöst, dass das vorstehend erläuterte Verfahren zur Ermittlung eines Geschwindigkeitswertes, eines Beschleunigungswertes und eines Längenwertes für das Fahrzeug zum Einsatz kommt und der Zeitpunkt des Verlassens eines bestimmte Referenzpunktes unter Berücksichtigung des Geschwindigkeitswertes, des Beschleunigungswertes und der Zuglänge geschätzt wird.

[0067] Gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass der Referenzpunkt für ein Streckenobjekt in Form eines Bahnübergangs oder eines Bahnsteigs oder einer Weiche oder einer Weichengruppe oder eines Streckenabschnitts oder einer Fahrstraße vorgegeben ist.

[0068] Für alle diese Streckenobjekte ist es sinnvoll, wenn der Ankunfts- oder der Verlassenszeitpunkt möglichst gut eingeschätzt werden kann. Hierdurch ergibt sich ein Mehrwert für die Steuerung des Zugverkehrs, es können Verspätungen verhindert oder bereits bestehende Verspätungen abgebaut werden und die Sicherheit des Bahnbetriebs kann positiv beeinflusst werden.

[0069] Gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass der Referenzpunkt den streckenbezogenen Anfang oder die streckenbezogene Mitte oder das streckenbezogene Ende des Streckenobjekts bezeichnet.

[0070] Je nach Ausdehnung und Art der Beurteilung können unterschiedliche Bereiche des Streckenobjektes als Referenzpunkt verwendet werden. Wichtig dabei ist, dass der Referenzpunkt eindeutig identifiziert ist, um eine Streckenabschätzung ausgehend von den an dem erfindungsgemäßen Verfahren beteiligten Gleisstromkreisen zu ermöglichen.

[0071] Bei einem Bahnübergang ist es zum Beispiel sinnvoll, den Einfahrtsbereich als Referenzpunkt zu wählen, da der Bahnübergang bei der Ankunft des Zuges bereits geschlossen sein muss. Bei einem Bahnsteig kann es sinnvoll sein, das (in Fahrtrichtung gesehen) Ende des Bahnsteigs als Referenzpunkt zu wählen, denn der Zug soll ja vollständig in den Bahnhof einfahren. Bei Streckenobjektes mit geringer Ausdehnung in Fahrtrichtung kann es sinnvoll sein, die streckenbezogene Mitte als Referenzpunkt zu definieren, da sich eine Abweichung aufgrund der Ausdehnung des Streckenobjektes dann in beide Richtungen gleich auswirkt.

[0072] Des Weiteren wird ein Programmmodule enthaltendes Computerprogramm mit Programmbefehlen zur Durchführung des genannten erfindungsgemäßen Verfahrens und/oder dessen Ausführungsbeispielen beansprucht, wobei mittels des Computerprogramms jeweils das erfindungsgemäße Verfahren und/oder dessen Ausführungsbeispiele durchführbar sind.

[0073] Darüber hinaus wird eine Bereitstellungsvorrichtung zum Speichern und/oder Bereitstellen des Computerprogramms beansprucht. Die Bereitstellungsvorrichtung ist beispielsweise ein Speichereinheit, die das Computerprogramm speichert und/oder bereitstellt. Alternativ und/oder zusätzlich ist die Bereitstellungsvorrichtung beispielsweise ein Netzwerkdienst, ein Computersystem, ein Serversystem, insbesondere ein verteiltes, beispielsweise cloudbasiertes Computersystem und/oder virtuelles Rechnersystem, welches das Computerprogramm vorzugsweise in Form eines Datenstroms speichert und/oder bereitstellt.

[0074] Die Bereitstellung erfolgt in Form eines Programmdateisatzes als Datei, insbesondere als Downloaddatei, oder als Datenstrom, insbesondere als Downloaddatenstrom, des Computerprogramms. Diese Bereitstellung kann beispielsweise aber auch als partieller Download erfolgen, der aus mehreren Teilen besteht. Ein solches Computerprogramm wird beispielsweise unter Verwendung der Bereitstellungsvorrichtung in ein System eingelesen, sodass das erfindungsgemäße Verfahren auf einem Computer zur Ausführung gebracht wird.

[0075] Weitere Einzelheiten der Erfindung werden nachfolgend anhand der Zeichnung beschrieben. Gleiche oder sich entsprechende Zeichnungselemente sind jeweils mit den gleichen Bezugszeichen versehen und werden nur insoweit mehrfach erläutert, wie sich Unterschiede zwischen den einzelnen Figuren ergeben.

[0076] Bei den im Folgenden erläuterten Ausführungsbeispielen handelt es sich um bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung. Bei den Ausführungsbeispielen stellen die beschriebenen Komponenten der Ausführungsformen jeweils einzelne, unabhängig voneinander zu betrachtende Merkmale der Erfindung dar, welche die Erfindung jeweils auch unabhängig voneinander weiterbilden und damit auch einzeln oder in einer anderen als der gezeigten Kombination als Bestandteil der Erfindung anzusehen sind. Des Weiteren sind die beschriebenen Komponenten auch durch mit den vorstehend beschriebenen Merkmalen der Erfindung kombinierbar.

[0077] Es zeigen:

Figur 1 ein Ausführungsbeispiel der erfindungsbemäßen Vorrichtung mit ihren Wirkzusammenhängen schematisch, mit einem Beispiel einer Rechenumgebung für die Vorrichtung als Blockschaltbild, wobei die einzelnen Recheninstanzen Programmmodule ausführen, die jeweils in einem oder mehreren Computern ablaufen können und wobei die gezeigten Schnittstellen demgemäß softwaretechnisch in einem Computer oder hardwaretechnisch zwischen verschiedenen Computern ausgeführt sein können,

Figur 2 schematisch den Ablauf des Verfahrens streckenseitig in einem Zeit-Weg-Diagramm mit dem Weg x und

der Zeit t , d. h. das Durchlaufen des Fahrzeuges von mehreren Gleisstromkreisen, die alle direkt aneinanderstoßen, um Daten zur erfindungsgemäßen rechnergestützten Datenverarbeitung zu sammeln.

Figur 3 ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens als Flussdiagramm, wobei die Funktionseinheiten und Schnittstellen gemäß Figur 1 beispielhaft angedeutet sind.

[0078] In Figur 1 ist eine Gleisanlage mit einem Gleis GL, einer Leitzentrale LZ und ein Stellwerk SW dargestellt. Auf dem Gleis GL fährt ein Fahrzeug FZ in Form eines Zuges auf ein als Bahnübergang BU ausgeführtes Streckenobjekt zu (der Bahnübergang ist hier nur exemplarisch als Streckenobjekt dargestellt, es könnte auch ein anderes Streckenobjekt zum Einsatz kommen). Am Gleis GL sind ein erster Gleisstromkreis TC1 und ein zweiter Gleisstromkreis TC2 installiert, die in an sich bekannter Weise dazu eingerichtet sind, Freimeldungen und Belegtmeldungen für den betreffenden Abschnitt des Gleises GL zu generieren.

[0079] Die Gleisstromkreise sind in Fahrtrichtung der Züge nacheinander angeordnet und stoßen direkt aneinander. Außerdem sind diese kurz ausgeführt, nämlich kürzer als 50 m, sodass diese in kurzer zeitlicher Abfolge nacheinander ein Messsignal generieren. Diese Messsignale können in erfindungsgemäße Weise nun dazu ausgenutzt werden, die Fahrtrichtung FR des Zuges und die Geschwindigkeit v des Zuges zumindest näherungsweise zu ermitteln. Hierzu im Folgenden noch mehr. Angedeutet in Figur eins ist die tatsächliche Geschwindigkeit v sowie auch die tatsächliche Beschleunigung a des Zuges, in dem die genannten Einheitenzeichen in Figur eins eingetragen sind. Es soll an dieser Stelle schon erwähnt werden, dass die tatsächliche Geschwindigkeit mit dem erfindungsgemäßen Verfahren nicht ermittelt werden soll, sondern mithilfe der Gleisstromkreise lediglich abgeschätzt werden kann.

[0080] Der Gleisstromkreis TC1 ist über eine erste Schnittstelle S1 sowie der zweite Gleisstromkreis TC2 über eine zweite Schnittstelle S2 mit dem Stellwerk SW, genau genommen mit einem in diesem Stellwerk vorhandenen ersten Computer CP1, verbunden. Außerdem weist der erste Computer CP1 eine siebte Schnittstelle S7 für den Bahnübergang BU auf. Außerdem ist der erste Computer CP1 über eine sechste Schnittstelle S6 mit einer ersten Speichereinheit SE1 verbunden.

[0081] Außerdem ist die Kommunikation des Stellwerks SW über eine vierte Schnittstelle S4 mit der Leitzentrale LZ mit einem zweiten Computer CP2, der über eine achte Schnittstelle S8 mit einer zweiten Speichereinrichtung SE2 verbunden ist, möglich. Die oben genannten Schnittstellen können sowohl kabelgebunden sein (wie dargestellt) als auch Funkschnittstellen darstellen, wobei für den letzteren Fall die Antennentechnik, die zur Ausbildung von Funkschnittstellen erforderlich wäre, nicht dargestellt ist.

[0082] Nicht dargestellt sind weitere Stellwerke, die mit weiteren Computern und weiteren Speichereinheiten ausgestattet sind und in vergleichbarer Weise über ebenfalls nicht dargestellte Schnittstellen mit den Gleisstromkreisen TC1, TC2 kommunizieren. Diese können andere Aufgaben übernehmen, zum Beispiel die Ansteuerung von Signalanlagen oder eine Prognose, wann das Fahrzeug in einen Bahnhof einfährt.

[0083] Bewegt sich das Fahrzeug FZ auf dem Gleis GL auf den Bahnübergang BU zu, passieren die Achsen des Fahrzeugs FZ zunächst den ersten Gleisstromkreis TC1 und anschließend den zweiten Gleisstromkreis TC2. Die aufgenommenen Messwerte können über die erste Schnittstelle S1 und die zweite Schnittstelle S2 an den ersten Computer CP1 übertragen werden, wobei der erste Computer CP1 zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens eingerichtet ist. Dabei kann der erste Computer CP1 auch die Ansteuerung des Bahnübergangs BU direkt übernehmen. Eine andere Möglichkeit besteht darin, dass der erste Computer CP1 über die weitere Schnittstelle mit einem weiteren Computer (in Figur 1 nicht dargestellt) verbunden ist, der über eine weitere Schnittstelle zur Ansteuerung des Bahnübergangs BU verwendet wird.

[0084] In Figur 1 sind nur der erste Gleisstromkreis TC1 und der zweite Gleisstromkreis TC2 dargestellt. Diese beiden Gleisstromkreise reichen aus, um das erfindungsgemäße Verfahren ausführen zu können. Diese beiden Gleisstromkreise können, wie in Figur 1 dargestellt, in dem Annäherungsbereich eines Bahnübergangs BU angeordnet sein. Dies kann sinnvoll sein, wenn in dem Gleis ansonsten zur Erzeugung von Belegtmeldungen und Freimeldungen Achszähler angeordnet sind. Allerdings ist es auch möglich, dass sowohl vor als auch nach den Gleisstromkreisen TC1, TC2 weitere Gleisstromkreise angeordnet sind. Diese ermöglichen es insbesondere, weitere Messdaten für das erfindungsgemäße Verfahren zu erfassen und fortlaufend für sich in Fahrtrichtung bewegende Fahrzeug FZ paarweise immer neue benachbarte Gleisstromkreise für das Verfahren zu verwenden. Hierbei werden die weiteren (nicht dargestellten) Gleisstromkreise jeweils wechselnd als erster Gleisstromkreis TC1 und zweiter Gleisstromkreis TC2 und nach Bedarf auch nullter Gleisstromkreis TC0 und dritter Gleisstromkreis TC3 verwendet.

[0085] In Figur 2 sind verschiedene Positionen des Fahrzeugs FZ auf dem Gleis GL dargestellt. Da diese zu unterschiedlichen Zeitpunkten abgebildet sind, ist links neben den Situationen ein Zeitstrahl t als z -Achse und für den Weg x eine x -Achse eines Weg-Zeit-Diagramms dargestellt. Die Übergangsstellen der einzelnen Gleisstromkreise sind in Figur 2 durch Kreise am Gleis GL dargestellt. In Figur 2 reicht der nullte Gleisstromkreis von X_0 bis X_1 und weist eine Länge L_0 auf, der zweite Gleisstromkreis reicht von X_1 bis X_2 und weist eine Länge L_1 auf, der dritte Gleisstromkreis reicht von X_2 bis X_3 und weist eine Länge L_2 auf und der vierte Gleisstromkreis reicht von X_3 bis X_4 und weist eine

Länge L3 auf.

[0086] An den jeweiligen Gleisen sind Ereignisse dargestellt, und zwar der Eingang in den nullten Gleisstromkreis mit E0, der Ausgang aus dem nullten Gleisstromkreis mit A0, der Eingang in den ersten Gleisstromkreis mit E1 usw. bis zum Ausgang aus dem dritten Gleisstromkreis mit A3. Das jeweils aktuelle Ereignis ist in Figur 2 dadurch gekennzeichnet, dass die betreffende Anschlussstelle am Anfang bzw. am Ende des betreffenden Gleisstromkreises zusätzlich eingekreist ist.

[0087] In Figur 2 sind die vier Gleisstromkreise, die jeweils benachbart sind, derart verlegt, dass diese jeweils direkt aneinanderstoßen. Die Übergangsstellen X1 ... X3 bilden somit jeweils das Ende als auch den Anfang eines Gleisstromkreises. Dies ist nicht unbedingt erforderlich. Zwischen benachbarten Gleisstromkreisen kann in nicht dargestellter Weise eine weitere Distanz liegen, die jeweils in vorstehend erläuteter Weise bei den Berechnungen berücksichtigt werden muss. Die angedeutete Fahrtrichtung FR entscheidet darüber, auf welcher Seite des Fahrzeugs FZ der in Figur 2 nicht näher bezeichnete Fahrzeuganfang und wo das ebenfalls nicht näher bezeichnete Fahrzeugende liegt. Die im Folgenden beschriebenen Ereignisse beziehen sich jeweils auf das Fahrzeugende oder den Fahrzeuganfang.

[0088] Eingezeichnet in Figur 2 sind jeweils potenzielle Eintritte E in einen Gleisstromkreis: E0 für den nullten Gleisstromkreis bis E3 in den dritten Gleisstromkreis. Genauso sind Austritte A aus den Gleisstromkreisen dargestellt: A0 für den ersten Gleisstromkreis sowie A3 aus dem dritten Gleisstromkreis.

[0089] Zum Zeitpunkt T1i tritt der Fahrzeuganfang in den ersten Gleisstromkreis ein. Dies ist das Ereignis E1. Zum Zeitpunkt T2i tritt der Fahrzeuganfang in den zweiten Gleisstromkreis ein, hierbei handelt es sich um das Ereignis E2. Zum Zeitpunkt T0o verlässt das Fahrzeugende den nullten Gleisstromkreis. Es handelt sich um das Ereignis A0. Zum Zeitpunkt T3i tritt der Fahrzeuganfang in den dritten Gleisstromkreis ein. Es handelt sich um das Ereignis E3. Zum Zeitpunkt T1o verlässt das Fahrzeugende den ersten Gleisstromkreis. Es handelt sich um das Ereignis A1. Zum Zeitpunkt T2o verlässt das Fahrzeugende den zweiten Gleisstromkreis. Es handelt sich um das Ereignis A2. Diese Bezeichnungen werden im Folgenden bei der Erläuterung des Verfahrensablaufs weiterverwendet.

[0090] Es handelt sich hierbei um ein Beispiel. Die Reihenfolge der Ereignisse hängt wesentlich auch von der Zuglänge im Verhältnis zu der Länge der Gleisstromkreise ab. Unabhängig von der Reihenfolge dienen die genannten Ereignisse zur Ermittlung von für das erfindungsgemäße Verfahren erforderlichen Eingangsgrößen, wie nachfolgend genauer erläutert wird.

[0091] In Figur 3 ist ein Flussdiagramm des erfindungsgemäßen Verfahrens dargestellt, wobei dieses in 3 Sphären aufgegliedert dargestellt ist. In der linken Spalte sind die Abläufe am Gleis GL dargestellt. In der Mitte sind die Abläufe im ersten Computer CP1 dargestellt und rechts ist die erste Speichereinheit SE1 dargestellt.

[0092] Auf dem Gleis GL startet das Verfahren mit dem Durchfahren eines Zuges durch die in Figur 2 dargestellten Gleisstromkreise, wobei diese u. a. den Gleisstromkreisen TC1, TC2 gemäß Figur 1 entsprechen können, wobei zusätzlich (in Figur 1 nicht dargestellt) ein nullter Gleisstromkreis TC0 vor dem ersten Gleisstromkreis TC1 und ein dritter Gleisstromkreis TC3 hinter dem zweiten Gleisstromkreis TC2 vorgesehen ist.

[0093] Nachdem das Verfahren durch Durchfahrt eines Fahrzeugs FZ gestartet wurde, setzt dessen Durchführung voraus, dass das Rechenverfahren in dem ersten Computer CP1 ebenfalls gestartet wurde. In einem Festlegungsschritt ST_LCN wird festgelegt, welcher Gleisstromkreis der nullte Gleisstromkreis, der erste Gleisstromkreis, der zweite Gleisstromkreis und der dritte Gleisstromkreis ist. Diese Gleisstromkreise folgen aufeinander. Anschließend überquert das Fahrzeug alle Gleisstromkreise in der angegebenen Reihenfolge. Die Reihenfolge der Ereignisse gemäß Figur 3 unterscheidet sich von derjenigen gemäß Figur 2. Dies bildet den Fall ab, dass das Fahrzeug kürzer ist als die Länge der Gleisstromkreise. Die Ereignisse E0, E1, A0, E2, A1, E3, A2, A3 ereignen sich dann in der hier angegebenen Reihenfolge (nicht alle der hier angegebenen Ereignisse sind auch in Figur 3 dargestellt). Anschließend erfolgt ein Abfrageschritt STP?, ob das Fahrzeug sein Ziel erreicht hat und infolgedessen keine weiteren Gleisstromkreise passieren wird. Ist dies der Fall, wird das Erzeugen von Messwerten am Gleis GL gestoppt. Normalerweise wird das Fahrzeug jedoch weiterfahren und daher zwecks einer fortlaufenden Überwachung des Fahrzeugs ein Schritt erfolgen, dass ein neu hinzukommender Gleisstromkreis, der als nächstes passiert wird, als dritter Gleisstromkreis behandelt wird, und die direkt vor diesem gelegenen Gleisstromkreise den nullten bis zweiten Gleisstromkreis bilden. Der ehemals nullte Gleisstromkreis wird nicht mehr berücksichtigt und das Verfahren wird erneut durchgeführt (auch im ersten Computer CP1, dessen rechnergestütztes Auswertungsverfahren im Folgenden beschrieben wird).

[0094] Wenn das Verfahren im ersten Computer CP1 gestartet ist, wird aufgrund des Ereignisses A0 über die nullte Schnittstelle S0 die Zeit T0o, aufgrund des Ereignisses E1 über die erste Schnittstelle S1 die Zeit T1i, aufgrund des Ereignisses A1 über die erste Schnittstelle S1 die Zeit T1o, aufgrund des Ereignisses E2 über die zweite Schnittstelle S2 die Zeit T2i, aufgrund des Ereignisses A2 über die zweite Schnittstelle S2 die Zeit T2o, und aufgrund des Ereignisses E3 über die Schnittstelle S3 die Zeit T3i in den ersten Computer eingelesen. In Figur 3 sind die Schnittstellen S0 bis S3 nur exemplarisch für den ersten Durchlauf dargestellt. Bei späteren Durchläufen werden selbstverständlich die Schnittstellen verwendet, die für die folgenden Gleisstromkreise vorgesehen sind. Die Schnittstellenbezeichnung in Figur 3 entspricht der Figur 1.

[0095] Sobald die Zeit T2i vorliegt, kann aus der ersten Speichereinrichtung SE1 über die sechste Schnittstelle S6

die Länge L1 des ersten Gleisstromkreises eingelesen werden. Anschließend kann über den Berechnungsschritt CLC_V1m_T1m sowohl die Geschwindigkeit als auch die Zeit des Mittendurchtritts des Fahrzeuganfangs im ersten Gleisstromkreis berechnet werden. Sobald auch die Zeit T2o eingelesen wurde, wird aus der ersten Speichereinrichtung SE1 über die sechste Schnittstelle S6 die Länge L2 des zweiten Gleisstromkreises eingelesen und es kann über den Berechnungsschritt CLC_V2m_T2m die Geschwindigkeit und die Zeit des Mittendurchtritts des Fahrzeugendes im zweiten Gleisstromkreis berechnet werden. Sobald diese Daten berechnet wurden, kann in einem nachfolgenden Berechnungsschritt CLC_T12m die Zeit des Mittendurchtritts des Fahrzeugs in dem durch den ersten Gleisstromkreis sowie den zweiten Gleisstromkreis gemeinsam gebildeten Streckenabschnitt berechnet werden. Dargestellt ist auch eine Alternative, der gemäß nach Auftreten des Ereignisses E3 und Einlesen der Zeit T3i der Berechnungsschritt CLC_T12m mit einem alternativen Algorithmus durchgeführt werden kann (je nachdem, welche Daten zuerst vorliegen).

[0096] In nachfolgenden Berechnungsschritten kann zunächst ein Beschleunigungswert A12 des Fahrzeugs in den durch den ersten Gleisstromkreis und den zweiten Gleisstromkreis gebildeten Streckenabschnitt in dem Schritt CLC_A12 berechnet werden. Ebenso kann in einem Berechnungsschritt CLC_TL die Zuglänge TL berechnet werden. Zum Schluss kann in einem Berechnungsschritt CLC_PROG eine Prognose berechnet werden, die abhängig vom Anwendungsfall ist. Im Beispiel gemäß Figur 1 würde es z. B. um die Ankunftszeit des Fahrzeugs FZ am Bahnübergang BU gehen, die in einem entsprechenden Berechnungsschritt prognostiziert werden könnte. Dabei wird ein wahrscheinlicher Bewegungsablauf des Fahrzeugs unter Berücksichtigung des ermittelten Geschwindigkeitswerts sowie des ermittelten Beschleunigungswerts ausgerechnet.

[0097] Ein Abfrageschritt STP?, ob das Verfahren beendet werden soll, hängt davon ab, ob das Verfahren am Gleis GL bereits beendet wurde. Ist dies der Fall, wird das Berechnungsverfahren gestoppt. Ist dies nicht der Fall, so startet das Berechnungsverfahren von Neuem.

Bezugszeichenliste

[0098]

GL	Gleis
FZ	Schienenfahrzeug
BU	Bahnübergang
LZ	Leitzentrale
SW	Stellwerk
A1 ... A3	Antenne
S0 ... S8	Schnittstelle
CP1 ... CP2	Computer
SE1 ... SE2	Speichereinheit
FR	Fahrtrichtung
TC0 ... TC3	Gleisstromkreis
v	tatsächliche Geschwindigkeit des Fahrzeugs
a	tatsächliche Beschleunigung des Fahrzeugs
X0 ... X4	Gleisort
L0 ... L3	Länge der Gleisstromkreise
E0 ... E3	Eingang in den Gleisstromkreis
A0 ... A3	Ausgang aus dem Gleisstromkreis
T1i ... T3i	Eintrittszeitpunkt des Fahrzeugs
T0o ... T2o	Austrittszeitpunkt des Fahrzeugs
T1m ... T2m	Zeitpunkt des Mittendurchtritts des Fahrzeuganfangs bzw. Fahrzeugendes im durch den ersten bzw. zweiten Gleisstromkreis gebildeten Streckenabschnitt
V1m ... V2m	Geschwindigkeitswert für ein den ersten bzw. den zweiten Gleisabschnitt durchfahrendes Fahrzeug
T12m	Zeitpunkt des Mittendurchtritts des Fahrzeuganfangs bzw. Fahrzeugendes im durch den ersten und zweiten Gleisstromkreis gemeinsam gebildeten Streckenabschnitt
A12	Beschleunigungswert für ein den ersten und den zweiten Gleisabschnitt durchfahrendes Fahrzeug
TL	Längenwert für ein den ersten und den zweiten Gleisabschnitt durchfahrendes Fahrzeug
ST_LCN	Festlegungsschritt für 0. bis 3. Gleisstromkreis
ST_LCN+1	Verschiebungsschritt für 0. Bis 3. Gleisstromkreis
CLC_XXX	Berechnungsschritt für Größen
CLC_PROG	Berechnungsschritt für Prognose

XXX_IN Eingabeschritt für Messwerte und Konstanten
 PROG_OT Ausgabeschritt für Prognose
 STP? Abfrageschritt für Ende

5

Patentansprüche

10

1. Verfahren zum Bestimmen eines Geschwindigkeitswertes eines spurgeführten Fahrzeugs (FZ), bei dem Messwerte, die beim Überfahren mindestens einer streckenseitigen Einrichtung gewonnen wurden, rechnergestützt ausgewertet werden,

dadurch gekennzeichnet,

dass als streckenseitige Einrichtungen ein erster Gleisstromkreis (TC1) und ein in Fahrtrichtung (FR) des Fahrzeugs (FZ) folgender zweiter Gleisstromkreis (TC2) zum Einsatz kommen, wobei der Geschwindigkeitswert bestimmt wird, indem

15

- für den ersten Gleisstromkreis (TC1) der Quotient aus der Länge des ersten Gleisstromkreises (TC1) und der Zeitdifferenz zwischen dem Eintrittszeitpunkt (T1i) des Fahrzeugs (FZ) in den ersten Gleisstromkreis (TC1) und dem Eintrittszeitpunkt (T2i) des Fahrzeugs (FZ) in den zweiten Gleisstromkreis (TC2) berechnet wird, und/oder
- für den zweiten Gleisstromkreis (TC2) der Quotient aus der Länge des zweiten Gleisstromkreises (TC2) und der Zeitdifferenz zwischen dem Austrittszeitpunkt (T1o) des Fahrzeugs (FZ) aus dem ersten Gleisstromkreis (TC1) und dem Austrittszeitpunkt (T2o) des Fahrzeugs (FZ) aus dem zweiten Gleisstromkreis (TC2) berechnet wird.

20

2. Verfahren nach Anspruch 1

25

dadurch gekennzeichnet,

dass der erste Gleisstromkreis (TC1) und der zweite Gleisstromkreis (TC2) nicht direkt aneinanderstoßen und ein Abstand zwischen dem ersten Gleisstromkreis (TC1) und dem zweiten Gleisstromkreis (TC2) bei der Berechnung der Geschwindigkeit zu der Länge des ersten Gleisstromkreises (TC1) und/oder zu der Länge des zweiten Gleisstromkreises (TC2) hinzugerechnet wird.

30

3. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

dass zumindest ein Zeitpunkt des Mittendurchtritts des Fahrzeugs (FZ) im durch den ersten und/oder zweiten Gleisstromkreis (TC1 ... TC2) gebildeten Streckenabschnitt bestimmt wird, indem

35

- zur Berechnung des Mittendurchtritts des Fahrzeuganfangs zu dem Zeitpunkt des Eintritts des Fahrzeugs (FZ) in den ersten Gleisstromkreis (TC1) die Hälfte der positiven Zeitdifferenz zwischen dem Eintrittszeitpunkt des Fahrzeugs (FZ) in den zweiten Gleisstromkreis (TC2) und dem Eintrittszeitpunkt des Fahrzeugs (FZ) in den ersten Gleisstromkreis (TC1) addiert wird und/oder
- zur Berechnung des Mittendurchtritts des Fahrzeugendes zu dem Zeitpunkt des Austritts des Fahrzeugs (FZ) aus dem ersten Gleisstromkreis (TC1) die Hälfte der positiven Zeitdifferenz zwischen dem Austrittszeitpunkt des Fahrzeugs (FZ) aus dem zweiten Gleisstromkreis (TC2) und dem Austrittszeitpunkt des Fahrzeugs (FZ) aus dem ersten Gleisstromkreis (TC1) addiert wird.

40

4. Verfahren nach Anspruch 3,

45

dadurch gekennzeichnet,

dass der Zeitpunkt eines Mittendurchtritts des Fahrzeugs (FZ) im durch den ersten und zweiten Gleisstromkreis (TC1 ... TC2) gemeinsam gebildeten Streckenabschnitt bestimmt wird, indem

50

- zur Berechnung des Mittendurchtritts des Fahrzeugmittelpunktes jeweils ein Zeitpunkt des Mittendurchtritts des Fahrzeuganfangs im durch den ersten und zweiten Gleisstromkreis (TC1 ... TC2) gebildeten Streckenabschnitt bestimmt wird und zu dem Zeitpunkt des Mittendurchtritts des Fahrzeuganfangs im durch den ersten Gleisstromkreis (TC1) gebildeten Streckenabschnitt die Hälfte der positiven Zeitdifferenz zwischen dem Zeitpunkt des Mittendurchtritts des Fahrzeugendes im durch den zweiten Gleisstromkreis (TC2) gebildeten Streckenabschnitt und dem Zeitpunkt des Mittendurchtritts des Fahrzeuganfangs im durch den ersten Gleisstromkreis (TC1) gebildeten Streckenabschnitt addiert wird und/oder
- zur Berechnung des Mittendurchtritts des Fahrzeuganfangs zu dem Zeitpunkt des Eintritts des Fahrzeuganfangs in den ersten Gleisstromkreis (TC1) die Hälfte der positiven Zeitdifferenz zwischen dem Zeitpunkt des

55

Eintritts des Fahrzeuganfangs in einen auf den zweiten Gleisstromkreis (TC2) folgenden dritten Gleisstromkreis (TC3) und dem Zeitpunkt des Eintritts des Fahrzeugs in den ersten Gleisstromkreis (TC1) addiert wird und/oder
 • zur Berechnung des Mittendurchtritts des Fahrzeugendes zu dem Zeitpunkt des Verlassens des Fahrzeugendes eines vor dem ersten Gleisstromkreis (TC1) liegenden nullten Gleisstromkreises (TC0) die Hälfte der positiven Zeitdifferenz zwischen dem Zeitpunkt des Verlassens des Fahrzeugendes des zweiten Gleisstromkreises (TC2) und dem Zeitpunkt des Verlassens des Fahrzeugendes des nullten Gleisstromkreises (TC0) addiert wird.

5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4,

dadurch gekennzeichnet,

dass für das Vorliegen des mindestens einen Geschwindigkeitswertes der jeweilige Zeitpunkt des Mittendurchtritts des betreffenden Streckenabschnitts festgelegt wird.

6. Verfahren nach Anspruch 3, 4 oder 5,

dadurch gekennzeichnet,

dass für den ersten Gleisstromkreis (TC1) und für den zweiten Gleisstromkreis (TC2) jeweils ein Geschwindigkeitswert bestimmt wird und ein Beschleunigungswert für das Fahrzeug (FZ), das den ersten Gleisstromkreis (TC1) und den zweiten Gleisstromkreis (TC2) durchquert hat, bestimmt wird, indem der Quotient aus der Differenz zwischen der Geschwindigkeit des Fahrzeugs (FZ) im ersten Gleisstromkreis (TC1) und der Geschwindigkeit des Fahrzeugs (FZ) im zweiten Gleisstromkreis (TC2) und der Differenz zwischen dem Zeitpunkt des Mittendurchtritts des Fahrzeuganfangs im ersten Gleisstromkreis (TC1) und dem Zeitpunkt des Mittendurchtritts des Fahrzeuganfangs im zweiten Gleisstromkreis (TC2) berechnet wird.

7. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

dass ein Längenwert für das Fahrzeug (FZ) bestimmt wird, indem die Hälfte des Produkts aus der Differenz zwischen dem Zeitpunkt des Verlassens des Fahrzeugs (FZ) des ersten Gleisstromkreises (TC1) und dem Eintrittszeitpunkt des Fahrzeugs (FZ) in den zweiten Gleisstromkreis (TC2) und der Summe aus der Geschwindigkeit des Fahrzeugs (FZ) im ersten Gleisstromkreis (TC1) und der Geschwindigkeit des Fahrzeugs (FZ) im zweiten Gleisstromkreis (TC2) berechnet wird.

8. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

dass der erste Gleisstromkreis (TC1) und der zweite Gleisstromkreis (TC2) die gleiche Länge aufweisen.

9. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

dass der erste Gleisstromkreis (TC1) und der zweite Gleisstromkreis (TC2) höchstens 100 m lang bevorzugt höchstens 50 m lang sind.

10. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

dass der erste Gleisstromkreis (TC1) und der zweite Gleisstromkreis (TC2) zu einer Folge von mehr als zwei Gleisstromkreisen gehören und für die Durchführung des Verfahrens in Fahrtrichtung (FR) des Fahrzeugs (FZ) wechselnd zwei benachbarte Gleisstromkreise als erster Gleisstromkreis (TC1) und als zweiter Gleisstromkreis (TC2) zum Einsatz kommen.

11. Verfahren zum Betreiben eines Bahnübergangs (BU), bei dem für sich einem Bahnübergang (BU) nähernde spurgeführte Fahrzeuge (FZ)

- mindestens ein Streckenelement während der Überfahrt des Schienenfahrzeugs (FZ) Messdaten erfasst,
- rechnergestützt als Eigenschaften des Schienenfahrzeugs (FZ) die Geschwindigkeit (v) des Schienenfahrzeugs (FZ) und die Beschleunigung (a) des Schienenfahrzeugs (FZ) aus den Messdaten ermittelt werden,
- eine Schließzeit zum Auslösen eines Schließens des Bahnübergangs (BU) in Abhängigkeit der ermittelten Eigenschaften des Schienenfahrzeugs (FZ) bestimmt wird,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Geschwindigkeit und die Beschleunigung aus den Messdaten von mindestens zwei als Gleisstromkreise (TC0 ... TC3) ausgeführten Streckenelementen nach einem der Ansprüche 6 bis 10 ermittelt werden und die

Schließzeit des Bahnübergangs (BU) unter Berücksichtigung

- des ermittelten Geschwindigkeitswertes und
- des ermittelten Beschleunigungswertes

bestimmt wird.

12. Verfahren zum Prognostizieren eines Zeitpunktes einer Ankunft eines spurgeführten Fahrzeugs (FZ) an einem streckenbezogenen Referenzpunkt,
dadurch gekennzeichnet,
dass ein Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 10 zur Ermittlung eines Geschwindigkeitswertes und Beschleunigungswertes für das Fahrzeug (FZ) zum Einsatz kommt und der Zeitpunkt der Ankunft unter Berücksichtigung des Geschwindigkeitswertes und des Beschleunigungswertes geschätzt wird.
13. Verfahren zum Prognostizieren eines Zeitpunktes eines Verlassens eines streckenbezogenen Referenzpunktes durch ein spurgeführtes Fahrzeug (FZ),
dadurch gekennzeichnet,
dass ein Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 10 zur Ermittlung eines Geschwindigkeitswertes, eines Beschleunigungswertes und eines Längenwertes für das Fahrzeug (FZ) zum Einsatz kommt und der Zeitpunkt des Verlassens unter Berücksichtigung des Geschwindigkeitswertes, des Beschleunigungswertes und der Zuglänge geschätzt wird.
14. Verfahren nach Anspruch 12 oder 13,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Referenzpunkt für ein Streckenobjekt in Form eines Bahnübergangs (BU) oder eines Bahnsteigs oder einer Weiche oder einer Weichengruppe oder eines Streckenabschnitts oder einer Fahrstraße vorgegeben ist.
15. Verfahren nach Anspruch 14,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Referenzpunkt den streckenbezogenen Anfang oder die streckenbezogene Mitte oder das streckenbezogene Ende des Streckenobjekts bezeichnet.
16. Computerprogramm mit Programmbefehlen zur Durchführung des Verfahrens einem der Ansprüche 1 - 15.
17. Bereitstellungsvorrichtung für das Computerprogramm nach dem letzten voranstehenden Anspruch, wobei die Bereitstellungsvorrichtung das Computerprogramm speichert und/oder bereitstellt.

FIG 1

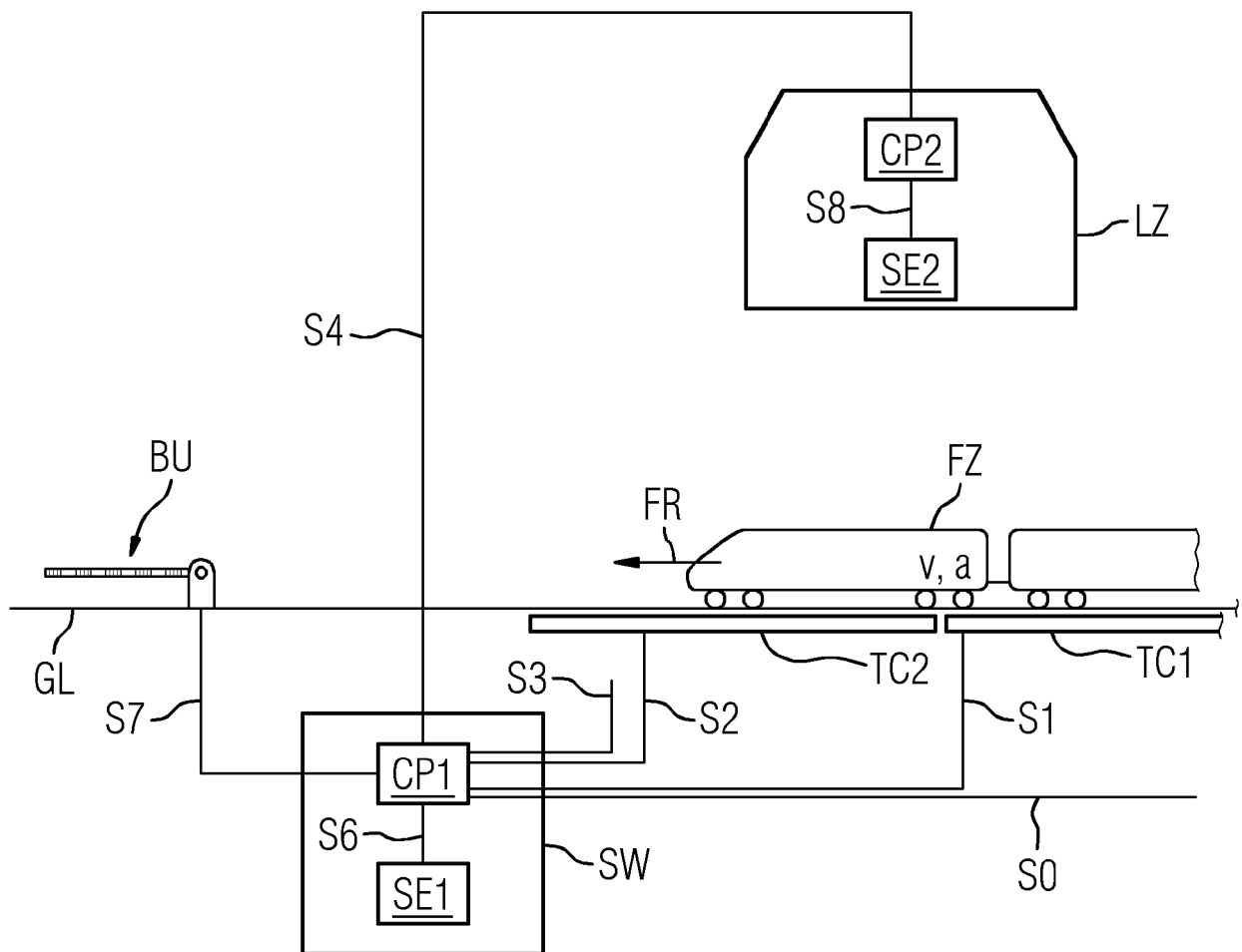


FIG 2

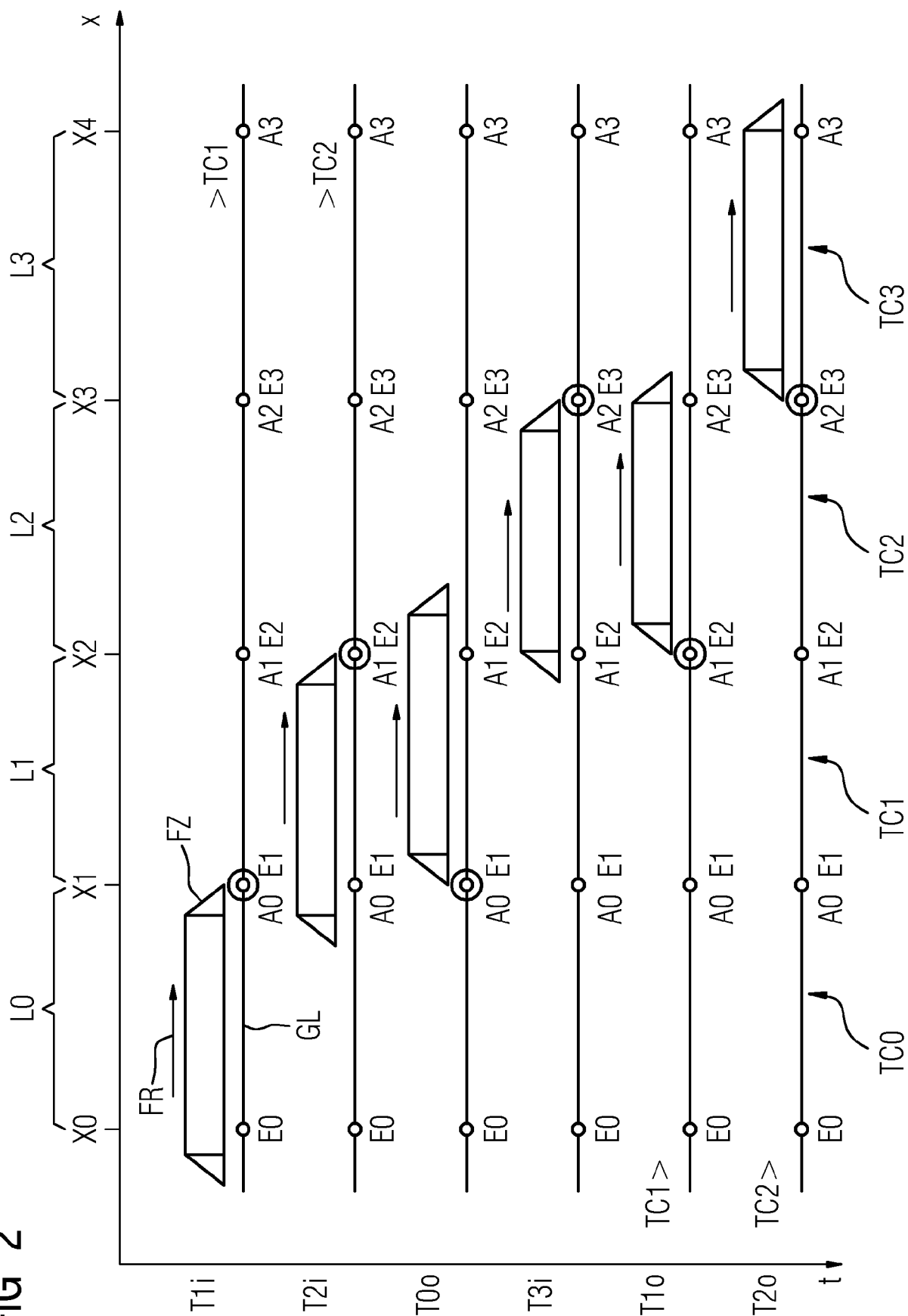
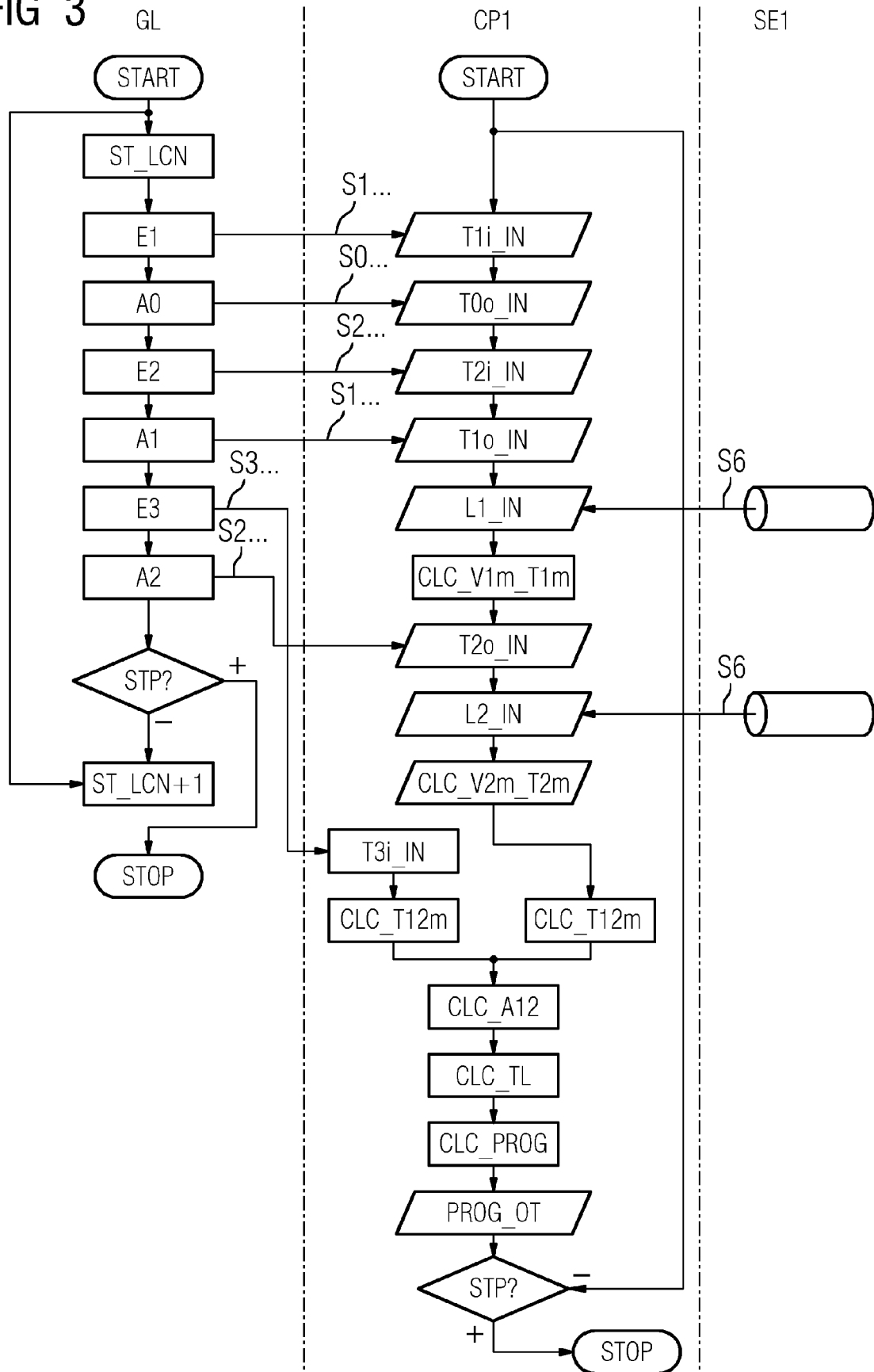


FIG 3





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 22 21 0768

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	RU 2 271 951 C1 (POLEVOJ JURIJ IOSIFOVICH [RU]) 20. März 2006 (2006-03-20)	1-10, 12-17	INV. B61L25/02
A	* Text zur Abbildung; Abbildung 1 *	11	B61L29/22 B61L29/32

X	JP H08 104234 A (TOKAI RYOKAKU TETSUDO KK) 23. April 1996 (1996-04-23)	1-6, 8-10, 12-17	ADD. B61L23/16
A	* Zusammenfassung * * Absatz [0013] - Absatz [0024] * * Absatz [0053] - Absatz [0054]; Abbildung 9 *	7, 11	

A	EP 3 228 521 A1 (ALSTOM TRANSP TECH [FR]) 11. Oktober 2017 (2017-10-11) * Absatz [0001] * * Absatz [0032] - Absatz [0038]; Abbildung 1 * * Absatz [0070] *	11-15	

			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			B61L
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 10. Mai 2023	Prüfer Pita Priegue, Miguel
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 21 0768

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.

10-05-2023

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
RU 2271951 C1	20-03-2006	KEINE	
JP H08104234 A	23-04-1996	JP 2703730 B2	26-01-1998
		JP H08104234 A	23-04-1996
EP 3228521 A1	11-10-2017	AU 2017202201 A1	19-10-2017
		EP 3228521 A1	11-10-2017
		US 2017282946 A1	05-10-2017

EPO FORM P0461

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

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 2718168 B1 [0002]
- EP 3984856 A1 [0004]