(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 4 098 508 A1**

(12) EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
07.12.2022 Patentblatt 2022/49

(21) Anmeldenummer: **21177609.1**

(22) Anmeldetag: **03.06.2021**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
B61L 19/06 *(2006.01)* ***B61L 27/00*** *(2022.01)*

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
B61L 19/06; B61L 27/16; B61L 2027/202

(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: **Siemens Mobility AG**
8304 Wallisellen (CH)

(72) Erfinder:
- **HOFER, Dr. Michael**
  8142 Uitikon Waldegg (CH)
- **DIETHELM, Bernhard**
  8854 Galgenen (CH)

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

(54) VERFAHREN ZUR OPTIMIERTEN ZUGEINFAHRT IN EINEN ZIELABSCHNITT DURCH EINE DYNAMISCHE BESTIMMUNG DER RELEASE SPEED

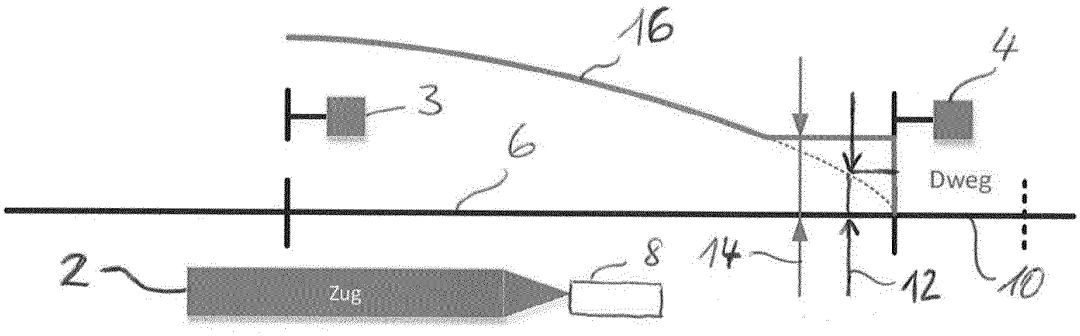
(57) Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur optimierten Zugeinfahrt in einen Zielabschnitt durch eine dynamische Bestimmung der Release Speed für einen Zug in einen mit einem Zielpunkt gesicherten Zielabschnitt anzugeben, mit dem ein hoher Sicherheitslevel und gleichzeitig eine hohe Flexibilität in der Streckennutzung ohne grossen zusätzlichen Investitions- und/oder Engineering-Bedarf erzielt werden kann.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäss durch ein Verfahren zur optimierten Zugeinfahrt in einen Zielabschnitt durch eine dynamische Bestimmung der Release Speed für einen Zug (2), dessen Einfahrt in den mit einem Zielpunkt (4) gesicherten und in Fahrtrichtung des Zuges (2) gesehen vor diesem Zielpunkt (4) liegenden Zielabschnitt (6) vorgesehen ist" gelöst, umfassend die folgenden Verfahrensschritte:

a) Bekanntgeben von Charakteristika des Zuges (2) an ein auch diesen Streckenabschnitt (6) abdeckendes Leitsystem für die Zugdisposition;

b) Leitsystem- und Stellwerk-seitiges Zuweisen eines von den Charakteristika des Zuges (2) abhängigen und dem Zielpunkt (4) nachgeordneten Durchrutschweges (10) für diesen Zug (2); und

c) Leitsystem-seitiges Initiieren und Stellwerk-/RBC-seitiges Erteilen einer für die Einfahrt in den Zielabschnitt (6) berechtigenden Movement Authority für den Zug (2), wobei die Release Speed in Abhängigkeit von den Charakteristika des Zuges und von dem diesem Zug (2) zugeordneten Durchrutschweges dynamisch bestimmt und in der Onboard-Unit des Zuges (2) angezeigt wird.



Figur 2

EP 4 098 508 A1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur optimierten Zugeinfahrt in einen Zielabschnitt durch eine dynamische Bestimmung der Release Speed.

[0002] Die streckenseitigen Sicherungsanlagen (Stellwerk, RBC, zum Teil auch Leittechnik) müssen für den Bahnverkehr sowohl einen signaltechnisch sicheren als auch einen reibungslosen Betriebsablauf gewährleisten und die Betriebsprozesse optimal unterstützen. Die Ansprüche bzgl. Kapazität (Durchsatz) sind vor und seit der Einführung elektronischer Sicherungsanlagen gestiegen und werden aufgrund der gesellschaftlichen Entwicklung weiterhin ansteigen. Gleichzeitig steht die Forderung nach günstigeren und weniger komplexen Lösungen (Kostendruck seitens Infrastrukturbetreiber) dazu im Raum.

[0003] Zur Orientierung zeigt die Figur 1 einen Überblick über die heutige Struktur von Sicherungsanlagen und zeigt auch wie eine mögliche vereinfachte Struktur für die Zukunft gestaltet sein könnte.

[0004] Bei den elektronischen, streckenseitigen Sicherungsanlagen gibt es mehrere Ausprägungen mehrerer Hersteller. Bezogen auf die SBB (Infrastrukturbetreiber mit einer der höchsten Zugdichten im Bahnverkehr Europas) sind das die Folgenden:

1. Siemens: Stellwerk Simis® W CH + RBC Trainguard® 200 RBC + Leittechnik Iltis®
2. Thales: Stellwerk Elektra II + RBC Thales + Leittechnik Iltis®

[0005] Diese Stellwerke basieren entweder auf dem ursprünglichen Spurplanprinzip (Simis® W CH) oder auf dem ursprünglichen Verschlussplanprinzip (Elektra II), wobei aufgrund der Möglichkeiten in den elektronischen Systemen und den Tools zu deren Bereitstellung die Umsetzung dieser Prinzipien nicht mehr in reiner Form erfolgt.

[0006] Gemeinsam ist beiden Ansätzen, dass jede mögliche Rangier- und Zugfahrt über Fahrstrasseninstanzen abgewickelt wird. Als Fahrstrasse wird dabei die geordnete Menge aller relevanten Instanzen von Weichen, Gleisabschnitten, etc. bezeichnet, welche den Fahrweg von einem möglichen Start bis zu einem nächstmöglichen Ziel bilden.

[0007] Dies gilt insbesondere für die Leittechnik und den zentralen Teil des Stellwerks (Komponente IIC/OMC bei Simis® W CH) bzw. für das gesamte Stellwerk (Elektra II). Die RBC beider Hersteller folgen jeweils ähnlichen Prinzipien, stützen aber in jedem Fall auf zuverlässigen Informationen des jeweiligen Stellwerks ab, die wiederum auf der Basis der o.g. Fahrstrasseninstanzen ermittelt werden.

[0008] Die Anzahl der Fahrstrasseninstanzen und deren Kombinationen (mehrere aufeinanderfolgende Fahrstrassen) macht einen erheblichen Teil der Daten der Sicherungsanlage aus. Die Fahrweg-Daten von Fahrstrasseninstanzen müssen konsistent mit der zugrundeliegenden Aussenanlage sein, da sie die Stetigkeit und Unterbruchsfreiheit von Fahrwegen deklarieren und damit Sicherheitsverantwortung tragen (SIL 4). Sie müssen daher bei Umbauten und Erweiterungen - zusätzlich zu den einzelnen Elementen wie Weichen, etc. - in jedem Fall konsistent nachgepflegt und auf Vollständigkeit und Korrektheit geprüft werden.

[0009] Bei den bisherigen Kapazitätssteigerungen (sowohl mit ETCS L0 bzw. L1LS als auch mit ETCS L2) wurde dabei der Ansatz verfolgt noch mehr Fahrstrassenabschnitte durch die Unterteilung mit weiteren Start- und Ziel-Elementen (optische Signale oder ETCS-Haltsignale/ETCS-Standortsignale, kurz EHS/ESS) einzuführen. Dies bedingt eine ungleich höhere Zahl an Signalen und Fahrstrasseninstanzen und deren Kombinationen und wirkt sich negativ auf die Beherrschbarkeit dieser Daten aus.

[0010] Ideen für ETCS L3, insbesondere Hybrid L3, gehen hier noch einen Schritt weiter und versuchen in einigen Ansätzen die optimale Länge dieser und noch mehr zusätzlicher Fahrstrasseninstanzen zu ermitteln (Virtual Subsectioning, Virtual Block). Allerdings wird in diesen Ansätzen oft als einziges Kriterium die Verbesserung des Headways zwischen zwei Zügen insbesondere bei höheren Geschwindigkeiten herangezogen. Vollständiger Moving Block gemäss ETCS L3 wird in diesem Bereich vor dem Hintergrund des Fahrens im absoluten Bremswegabstand dabei kaum als Mehrwert betrachtet und für das Fahren im relativen Bremswegabstand bei hohen Geschwindigkeiten werden die Risiken noch immer als zu hoch beurteilt. Was in diesen Ansätzen jedoch zu kurz kommt, ist die Entwicklung und Bereitstellung von neuen Kriterien für einen optimalen Betrieb (sowohl Zugfolge, Fahrplan als auch Energieverbrauch) bei gemässigten Geschwindigkeiten in komplexen, dicht befahrenen Zonen.

[0011] Um beispielsweise den Durchsatz in einem Bahnhof zu steigern, bedarf es jedoch nach dem Stand der Technik und den aktuellen Regelwerken eines aufwändigen Anlagen-Designs und -Engineerings verbunden mit dem Einsatz zusätzlicher Signalstaffeln, sei es mit optischer Signalisierung oder ETCS-Halt/Standort-Signalen (EHS/ESS) bei ETCS Level 2 und zusätzlichen Gleisfreimeldeabschnitten, Achszählern und/oder Gleiskreise.

[0012] Neuere Technologien zur Ortung von Zügen (GNSS, etc.), durchgängige Train Integrity Monitoring Systeme (TIMS) über heterogene Fahrzeugflotten hinweg und höhere Informationsdichte (z.B. Häufigkeit eines Train Position Reports) mittels FRMCS anstatt GSM-R sind jedoch noch weit von einer Reife für eine flächendeckende Anwendung von ETCS Level 3 im Eisenbahnnetz entfernt. Erst diese Systeme würden zusätzliche Achszähler und den übermassigen Einsatz von ETCS-Halt/Standort-Signalen vermeiden.

[0013] Besonders auf im Mischbetrieb befahrenen Strecken mit hoher Zugfolge sind daher besonders die

mit der Einfahrt in eine Station und die damit verbundene Erteilung der Fahrerlaubnis in den Zielabschnitt (z.B. das Stationsgleis) zeitkritische Vorgänge, die aufgrund der Sicherheitsanforderungen aber streng reglementierten Überwachungsanforderungen genügen müssen. So ist es heute bei der Einfahrt eines Zuges in einen Zielabschnitt, zum Beispiel das für einen Stationshalt vorgesehene Bahnhofsgleis so, dass sich ein Lokführer dem Ende der eingestellten Fahrstrasse, also der End of Authority, mit erteilter Fahrerlaubnis annähern kann und dabei im Rahmen des ETCS Level 2 Full Supervision aber eine sogenannte Release Speed (Befreiungsgeschwindigkeit) in der Onboard-Unit gemeldet erhält. Diese ETCS-Funktion ermöglicht so dem Lokführer die Annäherung an das Ende der eingestellten Fahrstrasse mit einer bestimmten Geschwindigkeit ohne Rücksicht auf die eigentlich für diesen Zug berechnete Bremskurve (EBI - Emergency Brake Intervention Curve) und ermöglicht zudem auch die Wiederabfahrt nach Zugstillstand (anders als bei der Funktion Overlap Release Speed). Beim Abbremsen des Zuges erfolgt mit dem Erreichen bzw. Unterschreiten der übertragenen Release Speed (Befreiungsgeschwindigkeit) in der Onboard-Unit OBU die Ablösung der Überwachung auf die Bremskurve durch eine konstante Überwachungsgeschwindigkeit, d.h. die OBU überwacht die Fahrt nur noch dahingehend, dass die zugewiesene Release Speed bis zum Erreichen der EoA nicht mehr überschritten wird. Betrieblich hat die Erteilung der Release Speed zur Folge, dass der Zug zu einem vorgestimmten Zeitpunkt bzw. Ort auf eine unter der Release Speed liegende Geschwindigkeit abgebremst werden muss und sich dann mit dem Prinzip OS oder FS an den vorgesehenen Haltepunkt (also die vorgesehene EoA) ohne Beachtung der ursprünglich vorgesehenen Bremskurve annähern kann. Auch dieser Zwang der vorgeschriebenen Unterschreitung der heute durch die ETCS-Projektierungsregeln fest vorgegebenen Release Speed (bei Bahnhofeinfahrt in der Regel 20 km/h) kann sich durchsatzhemmend für den oder die nachfolgenden Züge auswirken.

[0014] Es mangelt daher auch in diesem Fall an vernünftigen Übergangslösungen bis zur Erlangung einer hinreichenden Reife von ETCS Level 3 mit geringerem Investitions- und/oder Engineering-Bedarfs zur optimierten Erteilung von Fahrerlaubnissen und der entsprechenden Optimierung des Zugdurchsatzes.

[0015] Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur optimierten Zugeinfahrt in einen Zielabschnitt für einen Zug, dessen Einfahrt in den mit einem Zielpunkt gesicherten und in Fahrtrichtung des Zuges gesehen vor diesem Zielpunkt liegenden Zielabschnitt vorgesehen ist, z.B. ein Gleisabschnitt für einen Stationshalt, anzugeben, mit dem ein hoher Sicherheitslevel und gleichzeitig eine hohe Flexibilität in der Streckennutzung ohne grossen zusätzlichen Investitions-und/oder Engineering-Bedarf erzielt werden kann.

[0016] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäss durch ein Verfahren zur optimierten Zugeinfahrt in einen Zielabschnitt durch eine dynamische Bestimmung der Release Speed für einen Zug, dessen Einfahrt in den mit einem Zielpunkt gesicherten und in Fahrtrichtung des Zuges gesehen vor diesem Zielpunkt liegenden Zielabschnitt vorgesehen ist, gelöst, welches die folgenden Verfahrensschritte umfasst:

a) Bekanntgeben von Charakteristika des Zuges an ein auch diesen Streckenabschnitt (6) abdeckendes Leitsystem für die Zugdisposition;
b) Leitsystem- und Stellwerk-seitiges Zuweisen eines von den Charakteristika des Zuges abhängigen und dem Zielpunkt nachgeordneten Durchrutschweges für diesen Zug (2); und
c) Leitsystem-seitiges Initiieren und Stellwerk-/RBC-seitiges Erteilen einer für die Einfahrt in den Zielabschnitt berechtigenden Movement Authority für den Zug, wobei die Release Speed in Abhängigkeit von den Charakteristika des Zuges und von dem diesem Zug zugeordneten Durchrutschweg dynamisch, insbesondere durch das RBC, bestimmt wird und in der Onboard-Unit des Zuges angezeigt wird.

[0017] Auf diese Weise ist es möglich, dass dem Zug entsprechend seiner Charakteristika eine Release Speed zugewiesen wird, der es dem Zug erlaubt sich genügend Nahe an das Ende der eingestellten Fahrstrasse, also den Endpunkt (EoA) der Fahrerlaubnis (MA), zubewegen zu können.

[0018] In einer vorteilhaften Weiterbildung der vorliegenden Erfindung kann die Release Speed erst dann bestimmt werden, wenn ein tatsächlich auch stellwerkseitig abgesicherter Durchrutschweg für den Zug vorliegt. Wenn beispielsweise zum Zeitpunkt der Erteilung der Movement Authority der Durchrutschweg noch nicht gesichert werden konnte, weil z.B. ein Konflikt mit einer anderen Zug- oder Rangierfahrt besteht, kann die MA zunächst ohne Release Speed erteilt werden. Sobald der Durchrutschweg bei dieser Ausführungsform aber dann gesichert werden konnte, weil der zuvor bestehende Konflikt aufgelöst worden ist, kann die MA mit der entsprechenden Releasespeed aktualisiert werden.

[0019] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung kann man sich hier sogar eine stufenweise Erhöhung der Releasespeed vorstellen. Sobald ein Teil des geforderten Durchrutschwegs gesichert worden ist, wird die MA mit einer Releasespeed aktualisiert. Wenn zu einem späteren Zeitpunkt der gesicherte Durchrutschweg noch verlängert werden konnte, kann beispielsweise die Releasespeed in der MA auch noch weiter erhöht werden. Bei der dynamischen Festlegung der Release Speed darf die Releasespeed aber nur aufgewertet, d.h. erhöht werden, da es ansonsten zu Zwangsbremsungen kommen kann.

[0020] Da man heute im Stand der Technik mit der Erteilung der MA wartet, bis auch der geforderte Durchrutschweg komplett gesichert ist, hat dieses Zuwarten

negative Auswirkungen auf die Dynamik, da der Zug somit unnötig vor dem Startsignal gebremst wird. Oft ist die Releasespeed auch für die Einfahrt in den Zielabschnitt zunächst irrelevant und wird dann eigentlich erst auf den letzten Metern benötigt.

[0021] Auf Grund der Information der Leittechnik ist es auch möglich, eine Fahrstrasse ohne Durchrutschweg anzufordern und somit gänzlich auf die Erteilung einer Releasespeed zu verzichten. Dadurch wird ermöglicht, dass innerhalb des nicht reservierten Durchrutschwegs andere Zug- oder Rangierfahrten stattfinden können. Dies ist insbesondere dann interessant, wenn die Gleise durch unterschiedliche Zugkategorien genutzt werden und z.B. eine S-Bahn auf Grund ihrer Länge und ihres Bremsverhaltens gar nie auf eine Releasespeed angewiesen ist. Ein Güterzug, der in das gleiche Gleis einfährt und auf Grund seiner Länge zwingendermassen bis an das Zielsignal heranfahren muss, benötigt aber eine Releasespeed und somit einen entsprechenden Durchrutschweg.

[0022] Die Vorgaben der Leittechnik wirken sich bei diesem Verfahren immer so aus, dass damit kein Sicherheitsrisiko entsteht. Allenfalls kann es durch eine falsche Vorgabe passieren, dass ein Zug keine Releasespeed erhält und somit nicht an das Ende der MA fahren kann. Dies wirkt sich dann aber nur betrieblich und nicht sicherheitstechnisch negativ aus.

Somit kann beispielsweise ein Zug bei entsprechendem Bereitstehen des erforderlichen Durchrutschweges eine vergleichsweise hohe Release Speed erteilt bekommen und somit beispielsweise mit vergleichsweiser hoher Geschwindigkeit in die Station einfahren und dann gegen Ende der EoA entsprechend zügig bis in den Zughalt hineinbremsen. Ein gutes Beispiel für die dynamische Erteilung von vergleichsweise hohen Release Speeds bietet der S-Bahn-Verkehr, wobei beispielsweise ein in der Hauptverkehrszeit auch mehreren Garnituren gekoppelter langer S-Bahn-Zug (mit gutem Bremsverhalten) bis an das Ende des Stationsgleises in die Station einfahren muss, damit auch die hinterste Tür des stehenden Zuges noch vom Perron aus zugänglich ist. Ebengleiches kann auch für einen Zug gelten, der ebenfalls eine sehr gute Bremsdynamik aufweist und aufgrund einer bestehenden Verspätung möglichst schnell in die Station einfahren soll, um einen Teil der Verspätung aufholen zu können.

[0023] Im Vergleich dazu ist mit den eingangs erwähnten aktuellen Ansätzen mit einer Vielzahl von sehr kurzen Fahrstrassenabschnitten inkl. ETCS-Haltsignalen/ETCS-Standortsignalen eine vergleichsweise hohe Release Speed erst gar nicht möglich. Im Gegenteil, durch die kurze Abschnittslänge, durch die geforderte und dadurch kritischer werdende Eindeutigkeit, welches ETCS-Haltsignal/ETCS-Standortsignal in der Release Speed Überwachung als Haltepunkt gilt, müssen bei sehr kurzen Abschnitten vergleichsweise sehr niedrige Werte für die Release Speed angesetzt werden.

[0024] Für die dynamische Bestimmung der Release Speed können in zweckmässiger Weise als Charakteristika des Zuges beispielsweise das Bremsvermögen des Zuges und/oder die Länge des Zuges und/oder die Priorität des Zuges in Bezug auf den Zugdurchsatz und/oder der mit dem Fahrplan verglichene Pünktlichkeitszustand dieses Zuges und darüber hinaus auch die aus übergeordneter Sicht mögliche(n) Durchrutschweglänge(n) herangezogen werden.

[0025] Eine besonders dynamische Anpassung der Release Speed kann erzielt werden, wenn bei Freiwerden des Zielabschnitts und/oder des Durchrutschweges durch einen vorausfahrenden Zug oder die Beseitigung eines anderen Konfliktes im geforderte Durchrutschweg für den Zug ausgehend von der zuvor festgelegten Release Speed eine Erhöhung der Release Speed vorgenommen wird. So kann vor und/oder mit der Einfahrt des Zuges in den Zielabschnitt die Release Speed bedarfsgerecht sogar weiter erhöht werden, sodass der Lokführer noch weniger stark abbremsen muss bzw. erst einmal mit höherer Geschwindigkeit dem Zielpunkt annähern und dann entsprechend stärker zur Einhaltung des mit der EoA zugesagten Fahrerlaubnis abbremst, womit die vom Zug zuvor belegten Streckenabschnitte noch schneller für die Einstellung von neuen Fahrstrassen für den oder die nachfolgenden Züge wieder zur Verfügung gestellt werden können.

[0026] In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann es vorgesehen sein, dass der dem Zug für die Einfahrt in den Zielabschnitt erteilten Movement Authority ein Zielwert (End of Authority) zugewiesen wird, der gesehen in Fahrtrichtung des Zuges und gerechnet ab dem Beginn des Zielabschnitts im Wesentlichen der Länge des Zuges und des für diesen Zug reservierten Schutzraums entspricht. Die entsprechende als neuer Zielpunkt dynamisch bestimmte End of Authority (EoA) wird dem Lokführer dabei so im Display der Onboard-Unit dynamisch angezeigt und auf Einhaltung des vorgesehenen in Fahrrichtung gesehen nun zurückgezogenen dynamisch bestimmten Haltepunktes überwacht. Dabei ist es sicher zweckmässig bei der Bestimmung der Länge des Schutzraums nach vorne die aktuelle Bremsweglänge des Zuges und/oder die Länge des erforderlichen Durchrutschweges einfliessen zu lassen. Dies eröffnet damit die Möglichkeit die Release Speed für einen derart zurückgezogenen Zielpunkt höher anzusetzen, als die bei dem ursprünglichen Zielpunkt möglichen Release Speed.

[0027] Typischerweise kann es zur Gewährung der notwendigen Sicherheit auch immer noch notwendig sein, dass der Zielabschnitt und optional der Durchrutschweg durch Gleisfreimeldeeinrichtungen gesichert werden. Derartige Gleisfreimeldeeinrichtungen spielen ja auch schon bei der statisch generierten EoA am Zielpunkt des Zielabschnitts eine sicherheitsrelevante Rolle.

[0028] In geeigneter Weise kann aus der Position des Zuges und der Identität der Onboard-Unit eine eindeutige leitsystemseitig adressierbare Zuginstanz gebildet werden, für die die Movement Authority initiiert, der Zielwert

der Movement Authority leitsystemseitig an das Stellwerk ausgegeben und nach der dementsprechenden Sicherung des Fahrwegs dann diese Movement Authority von einem Radio Block Center signaltechnisch sicher ausgeführt auf den Zug (d.h. dessen Onboard-Unit) übertragen wird.

[0029] Das vorstehend genannte Verfahren eignet sich dabei besonders, wenn die Zugsicherung des Zielabschnitts sowie des Durchrutschweges gemäss ETCS Level 2 oder höher ausgeführt wird und die Zugsicherung durch die Erteilung des dynamisch ermittelten Zielwertes (EoA) dessen tatsächliche Einhaltung überwacht.

[0030] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der vorliegenden Erfindung sind den übrigen Unteransprüchen zu entnehmen.

[0031] Bevorzugte Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung werden anhand der anhängenden Zeichnungen näher erläutert. Dabei zeigen:

Figur 1 in schematischer Darstellung die Struktur von heute bestehenden Bahnsicherungsanlagen und einer zukünftigen mit Zuginstanzen arbeitenden zugorientierten Sicherungslogik; und

Figur 2 in schematischer Darstellung die Wirkung des erfindungsgemässen Verfahrens zur dynamischen Festlegung der Release Speed.

[0032] Wie schon in der Beschreibungseinleitung besprochen, zeigt die Figur 1 in schematischer Darstellung die Struktur von heute bestehenden Bahnsicherungsanlagen und einer zukünftigen mit Zuginstanzen arbeitenden zugorientierten Sicherungslogik. Gut erkennbar in den heute eingesetzten Lösungen sind die dispositive Ebene mit dem Leitsystem (Leitebene) und dem Stellwerk und den Radio Block Centern (RBC, ab ETCS Level 2 und höher) in der Sicherungsebene.

[0033] Das erfindungsgemässe Verfahren zur dynamischen Bestimmung der Release Speed 14 für einen Zug 2, dessen Einfahrt in einen Zielabschnitt 6 vorgesehen ist, spielt sich vor allen Dingen auf der Ebene des dispositiven Leitsystems, des Stellwerks und des RBC ab. Dabei ist dieser Zielabschnitt 6 mit einem Einfahrtsignal 3 und einem Zielsignal 4 gesichert und liegt in Fahrtrichtung des Zuges 2 gesehen (siehe Pfeil am Symbol für den Zug 2) vor diesem Zielsignal 4.

[0034] Ist nun die Einfahrt des Zuges 2 in den Zielabschnitt 6 unmittelbar bevorstehend, prüft das Leitsystem, ob die Bedingungen für eine Erteilung der Fahrerlaubnis (Movement Authority MA) und ihres Zielwerts, der auch als End of Authority EoA bezeichnet wird, erfüllt sind. Das Leitsystem-seitige Initiieren und Stellwerk-/RBC-seitige signaltechnisch sichere Erteilen der für die Einfahrt in den Zielabschnitt 6 berechtigenden Movement Authority für den Zug 2 erfolgt bei diesem Verfahren, wenn die Kriterien für eine Erteilung der MA zur Einfahrt in den Zielabschnitt 6 erfüllt sind. Hierzu ist es im Sinne der vorliegenden Erfindung sinnvoll, wenn die Charakteristika des Zuges 2 an das auch diesen Streckenabschnitt abdeckende Leitsystem für die Zugdisposition bekannt gemacht worden sind. Als derartige Charakteristika können beispielsweise das Bremsvermögen des Zuges und/oder die Länge des Zuges und/oder die Priorität des Zuges in Bezug auf den Zugdurchsatz und/oder der mit dem Fahrplan verglichene Pünktlichkeitszustand dieses Zuges herangezogen werden. Darüber hinaus können Leitsystem-seitig auch die aus übergeordneter Sicht mögliche(n) Durchrutschweglänge(n) 10 für diese Erteilung der MA herangezogen werden.

[0035] Unter der Bewertung dieser Charakteristika erfolgt ein Leitsystem- und Stellwerk-seitiges Zuweisen eines Zielwertes (EoA) für die Movement Authority (MA) und eines dem Zielwert nachgeordneten Durchrutschweges 10 (Dweg) für diesen Zug 2. Zugleich ist ein Leitsystem-seitiges Initiieren und ein Stellwerk-/RBC-seitiges Erteilen der für die Einfahrt in den Zielabschnitt berechtigenden Movement Authority für den Zug 2 vorgesehen, wobei die im Rahmen der Erteilung der Movement Authority dynamisch vorzusehende Release Speed 14 in Abhängigkeit von den Charakteristika des Zuges und von dem diesem Zug zugeordneten Durchrutschweges dynamisch bestimmt, aktualisiert und in der Onboard-Unit des Zuges 2 angezeigt wird.

[0036] Auf diese Weise kann mit der entsprechenden Wahl der Release Speed (Befreiungsgeschwindigkeit) dem Lokführer eine grössere Freiheit in der Führung seines Zuges entlang eines höheren Geschwindigkeitsprofils auf den Zielwert der Movement Authority hin erteilt werden. Eine höhere Release Speed wirkt sich hierbei dahingehend aus, dass der Lokführer (denkbar ist hier natürlich auch ein führerlos gesteuerter Zug) seinen Zug weniger stark bis unter die Release Speed 14 abbremsen muss und bei der Weiterfahrt dann auch nur beachten muss seinen Zug unterhalb dieser Release Speed zu halten und natürlich unter Beachtung des vorgesehenen Zielwerts der Movement Authority auch tatsächlich dort anzuhalten.Mit der Annäherung des Zuges 2 an den Zielabschnitt 6 kann dabei in für die dynamische Bestimmung der Release Speed vorteilhafte Weise auch die Situation hinsichtlich des vorausfahrenden Zuges und/oder der Belegung von vor dem Zug (in seiner Fahrtrichtung gesehen) hinter dem Zielabschnitt 6 liegenden Fahrstrassen beobachtet werden, um beispielsweise bei einem Freiwerden des Zielabschnitts 6 und/oder des Durchrutschweges 10 durch einen vorausfahrenden Zug für den für die Einfahrt in den Zielabschnitt 6 vorgesehenen Zug 2 ausgehend von der zuvor festgelegten Release Speed 14 eine Erhöhung bzw. überhaupt eine Erteilung der Release Speed 14 dynamisch und damit situationsbezogen vorzunehmen.

[0037] Mit dem Merkmal einer situativ bedingten Zurücknahme der EoA in dem Zielabschnitt 6 kann im Gegensatz zum aktuellen Regelwerk, das eine statisch festgelegte, ortsgebundene Release Speed 12 vorgibt, durch die dynamische Festlegung der Release Speed 14 der Zeiteinspareffekt bei einem Halt in dem Zielab-

schnitt 6 (in der Regel bei dem Halt zur Stationsbedienung) nochmals verstärkt bzw. ein Überschwingen der Dynamik durch zu starkes Zurückziehen der EoA vermieden werden. Ein zu starkes Zurückziehen der EoA könnte kontraproduktiv in dem Sinne sein, dass der einfahrende Zug 2 seine Geschwindigkeit zu früh absenkt. Damit würde sich die Fahrzeit verlängert und ggfs. ein Rückstau bei weiteren nachfolgenden Zügen erzeugt werden, was die beabsichtigte Wirkung der schnelleren Zugfolge schmälern würde. Kann die Länge des Durchrutschweges 10 in begründeten Fällen zugabhängig und situativ verkürzt werden, muss die EoA dann entsprechend gar nicht derart stark zurückgezogen werden.

[0038] Der Einfluss der dynamisch bestimmten Release Speed 14 auf die Länge des erforderlichen Durchrutschweges 10 ist signifikant und in jedem Fall grösser als der Einfluss des Restrisikos des Bremsverhaltens an sich. Die Leittechnik (z.B. RCS/TMS und Iltis®) trifft die Entscheidung in jedem Fall zugabhängig und situativ, welche Release Speed 14 max. zulässig bzw. welche verfügbare Durchrutschweglänge 10 genutzt werden soll. Sie kann dies mittels einer entsprechenden Bedienung mit einem speziell hierfür vorgesehenen Parameter (z.B. mit Wert 10 für eine Release Speed von 10 km/ bzw. mit Wert 30 für einen verfügbaren Durchrutschweg von 30m) vor oder mit der Bedienung zur eigentlichen Zugfahrstrasseneinstellung vornehmen. Diese Bedienung, beispielsweise «Anpassung_RelSp_Dweg» genannt, ist dabei nur dispositiver Art und damit automatisierbar. Falsche Werte führen nur zu betrieblichen Einschränkungen (zu restriktive MA oder zu späte MA), nicht jedoch zu einer sicherheitskritischen Situation. In Abhängigkeit des Parametertyps- und Parameterwerts, der für den Zug 2 dynamisch bestimmt wird, wird die Länge bzw. Ausdehnung des Durchrutschweges (inkl. erweiterter Freimeldekontrolle) der unmittelbar darauffolgenden Einstellung einer Zugfahrstrasse zu diesem Zielpunkt angepasst. In Abhängigkeit des Parametertyps-und Parameterwerts wird die vorgegebene Release Speed 14 und/oder die verfügbare, gesicherte Durchrutschweglänge über die zu entsprechend ausgestaltete Schnittstelle vom Stellwerk zum RBC mitgeteilt. Das RBC übermittelt bei vom Stellwerk gemeldeter Release Speed diese Release Speed über die bestehende Schnittstelle im Rahmen der Erteilung der MA an die OBU bzw. berechnet diese auf Basis der von Stellwerk gemeldeten Durchrutschweglänge und meldet diese dann ebenfalls an die OBU.

[0039] Falls auch noch eine Bewertung der Restbelegungsdauer des Zielabschnitts durch den vorausfahrenden Zug vorgenommen wird, kann darauf aufbauend bei Wegfall des Hindernisses (Vorausfahrende Fahrt macht Zielabschnitt frei) oder beim Weiterstellen für den betrachteten Zug die Release Speed wieder erhöht bzw. der Durchrutschweg wieder verlängert werden, sofern nicht sowieso gleich dann die MA verlängert wird. Dabei ist insgesamt besonders interessant, dass sich dieses Verfahren ohne Anpassungen an den ETCS-Spezifikationen ab BL2 umsetzen lässt («Software statt Beton»). Zusätzlich zu bemerken ist dabei an dieser Stelle, dass die ETCS-Spezifikation ab BL2 auch die Berechnung der zulässigen Release Speed auf der On-Board-Unit (OBU) u.a. in Abhängigkeit des zur Verfügung stehenden Durchrutschweges 10 zulassen würde. Hier muss der Onboard-Unit natürlich der zuvor dynamisch bestimmte Wert für den Durchrutschweg 10 seitens des RBC zur Verfügung gestellt werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur optimierten Zugeinfahrt in einen Zielabschnitt durch eine dynamische Bestimmung der Release Speed für einen Zug (2), dessen Einfahrt in den mit einem Zielpunkt (4) gesicherten und in Fahrtrichtung des Zuges (2) gesehen vor diesem Zielpunkt (4) liegenden Zielabschnitt (6) vorgesehen ist, umfassend die folgenden Verfahrensschritte:

   a) Bekanntgeben von Charakteristika des Zuges (2) an ein auch diesen Streckenabschnitt (6) abdeckendes Leitsystem für die Zugdisposition;
   b) Leitsystem- und Stellwerk-seitiges Zuweisen eines von den Charakteristika des Zuges (2) abhängigen und dem Zielpunkt (4) nachgeordneten Durchrutschweges (10) für diesen Zug (2); und
   c) Leitsystem-seitiges Initiieren und Stellwerk-/RBC-seitiges Erteilen einer für die Einfahrt in den Zielabschnitt (6) berechtigenden Movement Authority für den Zug (2), wobei die Release Speed in Abhängigkeit von den Charakteristika des Zuges und von dem diesem Zug (2) zugeordneten Durchrutschweges dynamisch bestimmt und in der Onboard-Unit des Zuges (2) angezeigt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1,
   dadurch gekennzeichnet, dass
   als Charakteristika des Zuges beispielsweise die Länge des Zuges und/oder das Bremsverhalten und/oder die Priorität des Zuges in Bezug auf den Zugdurchsatz und/oder der mit dem Fahrplan verglichene Pünktlichkeitszustand dieses Zuges und/oder darüber hinaus auch die aus übergeordneter Sicht mögliche(n) Durchrutschweglänge(n) herangezogen werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
   dadurch gekennzeichnet, dass
   bei Freiwerden des Zielabschnitts und/oder des Durchrutschweges durch einen vorausfahrenden Zug oder die Beseitigung eines anderen Konfliktes im geforderte Durchrutschweg für den Zug ausgehend von der zuvor festgelegten Release Speed ei-

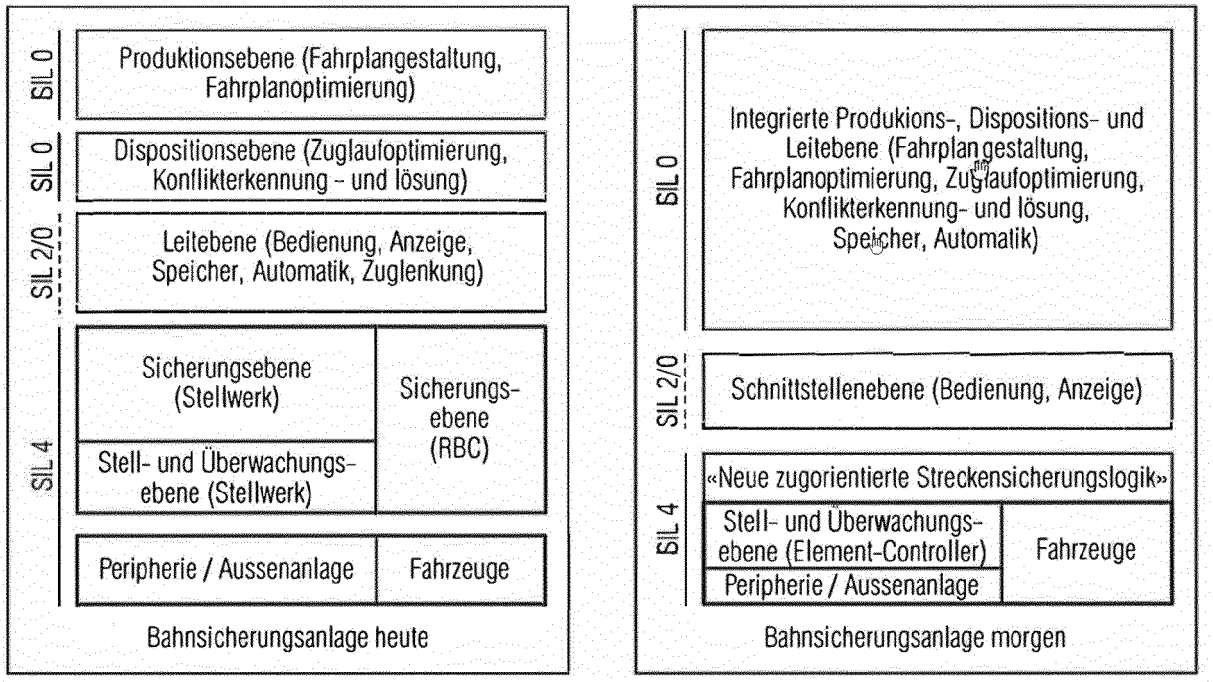
ne Erhöhung der Release Speed vorgenommen wird.

4. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass**
die dem Zug (2) für die Einfahrt in den Zielabschnitt (6) erteilten Fahrerlaubnis (Movement Authority MA) einen Zielwert (EoA) aufweist, der gesehen in Fahrtrichtung des Zuges (2) und gerechnet ab dem Beginn des Zielabschnitts (6) im Wesentlichen der Länge des Zuges (2) und des für diesen Zug (2) reservierten Schutzraums (8) entspricht.

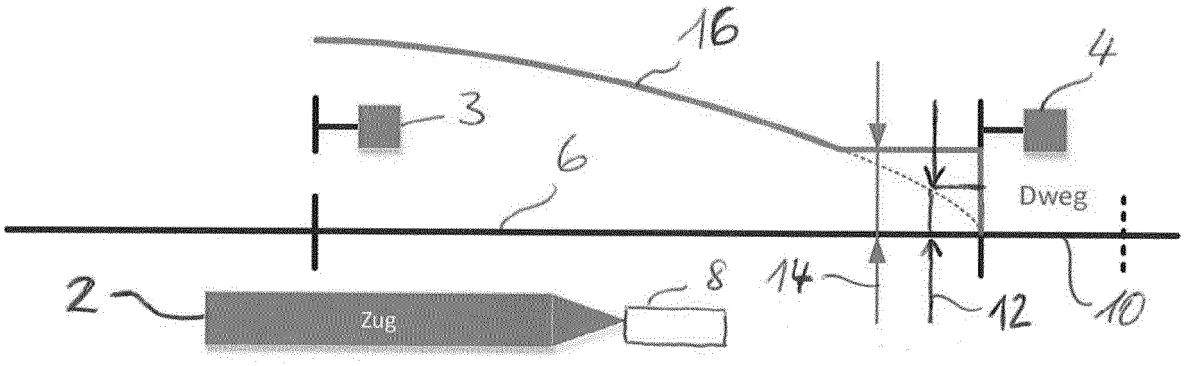
5. Verfahren nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet, dass
in die Bestimmung der Länge des Schutzraums (8) nach vorne die aktuelle Bremsweglänge des Zuges (2) und/oder die Länge des erforderlichen Durchrutschweges einfliesst.

6. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
aus der Position des Zuges (2) und der Identität der Onboard-Unit eine eindeutige leitsystemseitig adressierbare Zuginstanz gebildet wird, an die die Movement Authority (MA) und der nun dynamisch ermittelte Zielwert (EoA) der Movement Authority (MA) leitsystemseitig und von einem Radio Block Center (RBC) ausgeführt übertragen werden.

7. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Zugsicherung für den dynamisch ermittelten Zielwert innerhalb des Zielabschnitts (6) sowie des dynamisch in den Zielabschnitt (6) verschobenen Durchrutschweges (10) gemäss ETCS Level 2 oder höher ausgeführt wird.



Figur 1



Figur 2

Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 21 17 7609

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE

Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	EP 3 782 869 A1 (THALES MAN & SERVICES DEUTSCHLAND GMBH [DE]) 24. Februar 2021 (2021-02-24) * Absatz [0010] - Absatz [0071]; Abbildungen 1-5 *	1-7	INV. B61L19/06 B61L27/00
X	EP 3 323 693 A1 (SIEMENS SCHWEIZ AG [CH]) 23. Mai 2018 (2018-05-23) * Absatz [0009] - Absatz [0074]; Abbildungen 1-6 *	1-7	
X	EP 3 109 127 A1 (SIEMENS SCHWEIZ AG [CH]) 28. Dezember 2016 (2016-12-28) * Absatz [0004] - Absatz [0068]; Abbildungen 1-4B *	1-7	

RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)

B61L

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt

Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
München	15. November 2021	Kassner, Holger

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

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR. EP 21 17 7609

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.

15-11-2021

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 3782869 A1	24-02-2021	EP 3782869 A1	24-02-2021
		WO 2021032638 A1	25-02-2021
EP 3323693 A1	23-05-2018	EP 3323693 A1	23-05-2018
		EP 3541682 A1	25-09-2019
		WO 2018091186 A1	24-05-2018
EP 3109127 A1	28-12-2016	KEINE	

EPO FORM P0461

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