



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
02.11.2005 Patentblatt 2005/44

(51) Int Cl.7: **B61L 3/12**

(21) Anmeldenummer: **04360045.1**

(22) Anmeldetag: **30.04.2004**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IT LI LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR
 Benannte Erstreckungsstaaten:
AL HR LT LV MK

(72) Erfinder:
 • **Karner, Georg**
2103 Langenzersdorf (AT)
 • **Pottendorfer, Martin**
1210 Wien (AT)

(71) Anmelder: **ALCATEL**
75008 Paris (FR)

(74) Vertreter: **Kohler Schmid Möbus**
Patentanwälte
Ruppmannstrasse 27
70565 Stuttgart (DE)

(54) **Verfahren zur Abstandsbestimmung einer Balise von einem Vorsignal**

(57) Bei einem Verfahren zur Bestimmung des minimalen Abstands (d) einer Vorsignalbalise (8) oder einer Gruppe von Vorsignalbalisen in Fahrtrichtung vor einem Vorsignal (7), wobei die Vorsignalbalise (8) oder Gruppe von Vorsignalbalisen an einen vorbeifahrenden

Zug (6) das Vorsignal (7) betreffende Information überträgt, wird eine Zeitkonstante gewählt und wird der Abstand als Produkt der Zeitkonstante und eines Geschwindigkeitswerts ermittelt. Dadurch kann ein Zugführer rechtzeitig von der Information des Vorsignals (7) Kenntnis erlangen.

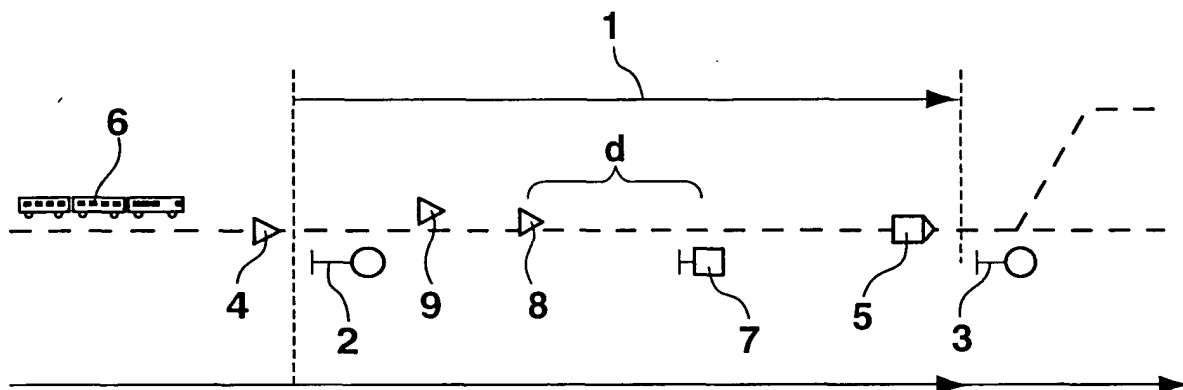


Fig. 1

Beschreibung

Stand der Technik

- 5 **[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bestimmung des Abstands einer Vorsignalbalise oder einer Gruppe von Vorsignalbalisen in Fahrtrichtung vor einem Vorsignal eines Eisenbahnsystems, wobei die Vorsignalbalise oder Gruppe von Vorsignalbalisen an einen vorbeifahrenden Zug das Vorsignal betreffende Information überträgt.
- 10 **[0002]** In der Eisenbahntechnik werden dem Zugführer visuelle Signale gegeben, die bestimmen, ob der Zug anhalten muss, anfahren darf, seine Geschwindigkeit ändern muss oder mit unveränderter Geschwindigkeit durchfahren darf. Auf Grund seiner großen Masse hat ein Zug jedoch einen sehr langen Bremsweg.
- 15 **[0003]** Das Fahren auf Sicht ist daher praktisch nicht möglich. Erkennt ein Zugführer, dass er auf Grund eines Hauptsignal anhalten muss, ist er in der Regel so nahe an dem Hauptsignal, dass ein rechtzeitiges Anhalten des Zuges nicht mehr möglich ist. Aus diesem Grund ist es vorgesehen, Vorsignale in einem gewissen Abstand vor dem Hauptsignal anzuordnen, wobei das Vorsignal dem Fahrer Informationen darüber liefert, welche Aktionen er am Hauptsignal durchzuführen hat, also insbesondere, ob er anhalten muss oder weiterfahren darf. Der minimale Abstand des Vorsignals zum Hauptsignal ist dabei der Bremsweg, der bei einer Notbremsung benötigt wird. Der Bremsungsverlauf bei einer Notbremsung wird durch eine so genannte EBI-Kurve (emergency brake intervention) ausgedrückt. Diese Kurve ist so berechnet, dass der schlimmste Fall angenommen wird, d.h. eine schlechte Bremswirkung bei hoher Zuggeschwindigkeit. Wird ein Zug gemäß dieser Bremskurve abgebremst, ist dies für die Insassen unkomfortabel. Eine insassenverträgliche Bremsung muss daher in einem gewissen Abstand vor dem Vorsignal beginnen. Normalerweise ist dies auch kein Problem, wenn der Fahrer das Vorsignal aus einer gewissen Entfernung bereits sieht. Erkennt er auf Grund eines Sichtkontakts zum Vorsignal, dass der Zug gebremst werden muss oder verlangsamt werden muss, kann er eine Bremsung bereits einleiten, ehe der Zug das Vorsignal passiert.
- 25 **[0004]** Gemäß dem ETCS (European train control system) ist es wünschenswert, den Zugführer beim Führen des Zuges zu unterstützen. Dies geschieht dadurch, dass die angezeigten Signale der Vor- und Hauptsignale durch ein elektronisches System (LEU) erfasst und interpretiert werden. Diese Informationen werden in Balisen, die sich auf den Gleisen befinden, abgelegt. Die Balisen sind im Wesentlichen Transponder, die Informationen an einen vorüberfahrenden Zug senden können. Durch das elektronische System wird überwacht, ob der Zugführer mit seinem Zug einer empfohlenen Geschwindigkeit folgt. Dies wird durch eine so genannte P-Kurve (permitted speed curve) ausgedrückt.
- 30 Weicht der Zug von dieser P-Kurve ab, so wird gemäß einer W-Kurve (warning curve) eine akustische Warnung an den Zugführer gegeben. Dies ermöglicht es dem Zugführer, innerhalb einer gewissen Reaktionszeit seinen Fehler zu korrigieren. Geschieht dies nicht, so erfolgt ein automatischer Eingriff zur Bremsung des Zuges, um wieder gemäß der P-Kurve zu fahren. Weiterhin werden dem Zugführer Hinweise (indication) gegeben, die ihn darauf hinweisen, dass beispielsweise die empfohlene Geschwindigkeit abgesenkt werden wird. Derartige Informationen müssen dem Fahrer vor Erreichen des Vorsignals übermittelt werden. Reagiert der Fahrer trotz "indication" und Warnsignal nicht, wird der Zug automatisch gemäß Bremskurven, die mit SBI und SBD bezeichnet werden (service brake intervention curve, service brake deceleration curve) gebremst. Wenn gemäß diesen Kurven gebremst werden soll, muss die Bremsung in einem gewissen Abstand vor dem Vorsignal beginnen, so dass die Bremsung für die Insassen komfortabler als bei einer Bremsung gemäß der EBI-Kurve verläuft.
- 35 **[0005]** Wenn ein Zug ein Hauptsignal passiert, wird ihm die Information gegeben, in welchem Abstand das nächste Hauptsignal zu erwarten ist. Demnach kann berechnet werden, nach welcher zurückgelegten Strecke die verschiedenen - Bremskurven einsetzen müssen, um den Zug bis zum nächsten Hauptsignal zum Stehen zu bringen, sollte das nächste Hauptsignal anzeigen, dass der Zug angehalten werden muss. Deshalb wird die Entfernung erfasst, die von einem Zug seit dem letzten Hauptsignal zurückgelegt wurde. Da das System ETCS mit möglichst geringen Kosten aufgebaut wurde, gibt es einen gewissen Unsicherheitsfaktor bei der Entfernungsbestimmung. Dieser Faktor liegt bei etwa 5%. Wenn die Entfernungsbestimmung daher angibt, dass der Zug 1000 m zurückgelegt hat, kann dies bedeuten, dass der Zug eine Strecke im Bereich zwischen 950 und 1050 m zurückgelegt hat. Hat der Zug eine entsprechend längere Strecke zurückgelegt, ist die absolute Abweichung entsprechend größer. Aus diesem Grund kann vorgesehen sein, dass eine Kalibrierung der Positionsbestimmung des Zuges durchgeführt wird.
- 40 **[0006]** Eine Balisengruppe kann eine oder mehrere Balisen umfassen, die alle an derselben Position angeordnet sind. Ein Fahrerlaubnisbereich ist der Bereich zwischen zwei Hauptsignalen. Verbundene Balisen haben Informationen über die Position der nächsten oder anderer Balisen, wobei die Position als Abstand von einer anderen Balise angegeben wird. Der Abstand wird in Metern angegeben. Allerdings sind die Balisen nicht immer exakt in einem ganzzahligen Meterabstand angeordnet. Insbesondere können Fehler von ± 1 m auftreten, da die Balisen in der Regel auf den Schwellen der Gleise angeordnet sind. Vor Bahnübergängen sind mehrere verbundene Balisen angeordnet, um möglichst genaue Informationen über den Bahnübergang beim Annähern an den Bahnübergang zu erhalten. Verbundene Balisen ermöglichen die Rekalibrierung der Ungenauigkeit der Positionsmessung des Zuges gemäß der wesentlich genaueren Position der Balise.
- 55

[0007] Die Erfindung bezieht sich insbesondere auf Strecken oder Streckenabschnitte, bei denen die Hauptsignal-Informationen voneinander unabhängig sind, so dass bei jedem freizeigenden Hauptsignal dem Zug die Information übertragen wird, dass beim nächsten Hauptsignal anzuhalten sein wird. Erst beim Vorsignal wird diese Information eventuell dahingehend korrigiert, dass ein Anbremsen nicht notwendig ist.

[0008] Wird diese Vorsignal-Information erst beim Standort des Vorsignals gegeben, so hat das System gemäß obigen Ausführungen "indication", P- und Warnsignal bereits gegeben, obwohl das möglicherweise nicht notwendig war. Dies ist unbedingt zu vermeiden, da der Lokführer die ihm vom System gegebene Information als sinnlos einstufen würde und somit die Akzeptanz des Systems bei den Lokführern nicht gegeben wäre.

[0009] Ziel ist es, eine Vorsignalbalise vor dem Vorsignal so zu positionieren, dass der Fahrer etwa zur gleichen Zeit wie bei Sichtkontakt zum Vorsignal über die Signalinformation des Vorsignals informiert wird. Bei guten Sichtverhältnissen erhält der Fahrer auf diese Weise eine zusätzliche Information über das Vorsignal und bei schlechten Sichtverhältnissen kann die elektronische Information, die über die Vorsignalbalisen übermittelt wird, den Sichtkontakt zum Vorsignal ersetzen. Andererseits darf die Vorsignalbalise jedoch nicht zu weit von dem Vorsignal entfernt angeordnet werden, da das Vorsignal sich umstellen könnte, wenn der Zug bereits an der Balise vorbeigefahren ist. In diesem Fall würde das System eine aus der Sicht des Lokführers unnötige Bremsung erzwingen. Deshalb muss der Abstand der Vorsignalbalise zum Vorsignal möglichst gering gewählt werden. Auf diese Weise wird die Flüssigkeit des Betriebs erhöht, ohne die Sicherheit zu beeinträchtigen.

[0010] Gemäß ETCS ist es auch möglich, durch streckenseitig gegebene Information (sog. "National Values") die Kurven SBI und SBD in der Zugüberwachung zu unterdrücken, sodass sich W, P, und "indication" direkt auf die EBI- und EBD - Kurve beziehen. Auch in diesem Fall beginnen die W, P, und "indication" Kurve im allgemeinen vor dem Vorsignal, da ja die EBI-Kurve beim Vorsignal beginnt.

Aufgabe der Erfindung

[0011] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es deshalb, ein Verfahren zur Bestimmung des Abstandes einer Balise, die vor einem Vorsignal angeordnet werden muss, bereitzustellen.

Gegenstand der Erfindung

[0012] Gelöst wird diese Aufgabe erfindungsgemäß dadurch, dass bei einem Verfahren der eingangs genannten Art eine Zeitkonstante gewählt wird und der Abstand als Produkt der Zeitkonstante und eines Geschwindigkeitswerts ermittelt wird. Die Stelle, an der die P-Kurve einsetzt, liegt vor dem Vorsignal. Weicht die Zuggeschwindigkeit an dieser Stelle von der P-Kurve ab und reagiert der Fahrer nicht, so erreicht der Zug die W-Kurve und so wird in weiterer Folge automatisch gemäß der SBI-Kurve bzw. EBI-Kurve ohne Zutun des Zugführers abgebremst. Es muss jedoch vermieden werden, dass der Fahrer durch so einen automatischen Bremseneingriff überrascht wird. Insbesondere darf es zu keinem Widerspruch kommen, beispielsweise, dass das Vorsignal dem Fahrer visuell anzeigt, dass er mit der Streckengeschwindigkeit weiterfahren darf und dennoch eine Bremsung bereits begonnen hat. Weiterhin muss zwischen der "indication" und dem automatischen Einsetzen einer Bremsung eine gewisse Zeit vergehen, die es dem Fahrer erlaubt, auf die "indication" zu reagieren. In einem idealen System ist der minimale Abstand der Vorsignalbalise zum Vorsignal daher eine Zeitkonstante multipliziert mit einem Geschwindigkeitswert, wobei die Zeitkonstante sich nach ergonomischen Gesichtspunkten bestimmt. Sie ist so bemessen, dass ein Zugführer vor Einsetzen der SBI-Bremsung bzw. EBI-Bremsung genügend Zeit hat, selbst die Bremsung einzuleiten. Beispielsweise kann die Zeitkonstante zu 6s gewählt werden, wobei die Zeitkonstante von dem gewählten Geschwindigkeitswert abhängen kann. Diese Zeitkonstante muss auch vom auf der Lok installierten Teil des Systems (Fahrzeuggerät) berücksichtigt werden.

[0013] Bei einer bevorzugten Verfahrensvariante wird als Geschwindigkeitswert die maximale Streckengeschwindigkeit verwendet. Die maximale Streckengeschwindigkeit ist die höchste zulässige Geschwindigkeit, die ein Zug auf dem in Frage stehenden Streckenabschnitt fahren darf. Wird diese Geschwindigkeit mit der Zeitkonstante multipliziert, ergibt sich ein minimaler Abstand, den die Vorsignalbalise zum Vorsignal aufweisen muss.

[0014] Die Bestimmung des Abstands zwischen dem Vorsignal und der Vorsignalbalise kann noch verbessert und realistischer gestaltet werden, wenn die odometrische Ungenauigkeit der Positionsbestimmung des Zugs berücksichtigt wird. Nach Passieren einer verbundenen Balise wird der Restabstand bis zum Ende der Fahrerlaubnis berechnet und somit auch zu dem Punkt, wo die Bremsung gemäß einer SBI-Kurve bzw. EBI-Kurve erfolgen muss, falls das Hauptsignal ein Anhalten des Zuges verlangt. Auch bei dieser Abstandsbestimmung tritt wieder der Unsicherheitsfaktor von etwa 5% auf. Bei der Bestimmung des Abstands der Vorsignalbalise von dem Vorsignal wird daher ein Wert berücksichtigt, der 5% des Abstands zwischen der letzten verbundenen Balise vor der Vorsignalbalise und der Vorsignalbalise ausmacht.

[0015] Eine Komplikation ergibt sich dadurch, dass der Abstand der letzten verbundenen Balise vor dem Vorsignal und der Vorsignalbalise in die Berechnung eben dieses Abstands eingeht. Darauf wird weiter unten eingegangen.

[0016] In einer Verfahrensvariante kann vorgesehen sein, dass eine zusätzliche verbundene Balise verlegt wird, um diesen Abstand beispielsweise auf 1000m zu begrenzen. Auf diese Art und Weise kann die odometrische Ungenauigkeit der Positionsbestimmung des Zuges bei der Abstandsbestimmung der Vorsignalbalise vom Vorsignal berücksichtigt werden.

[0017] Da die Ungenauigkeiten der Balisenpositionen sich kumulativ auswirken, kann in einer Verfahrensvariante vorgesehen sein, dass eine Obergrenze für die Anzahl der im Fahrerlaubnisbereich erlaubten verbundenen Balisengruppen festgelegt wird und bei der Bestimmung des Abstands eine von der Obergrenze abhängige Ungenauigkeit berücksichtigt wird. Um die Ungenauigkeit der Positionsbestimmung verbundener Balisen zu berücksichtigen, kann die Anzahl der verbundenen Balisen multipliziert mit dem Fehler, d.h. einem Meter, bei der Abstandsbestimmung berücksichtigt werden.

[0018] Besonders vorteilhaft ist es, wenn bei der Bestimmung des Abstands ein konstanter Pufferwert addiert wird. Grundsätzlich könnte ein Bremsweg mit den so genannten Minden-Formeln berechnet werden. Um dies zu vermeiden, aber dennoch Ungenauigkeiten bei der Bremskurvenberechnung zu berücksichtigen, kann ein Pufferwert zum Mindestabstand addiert werden.

[0019] ETCS unterscheidet gemäß einem Konfigurationsparameter ("National Value"), ob SBI- und SBD - Kurven berechnet werden sollen oder nicht. Für den Fall, dass SBI- und SBD - Kurven berechnet werden, wird in einer Verfahrensvariante bei der Bestimmung des Abstands ein Wert addiert, der der Differenz zwischen den Bremswegen einer Betriebsbremsung s_{SBI} und einer Notbremsung s_{EBI} entspricht. Die Differenz $s_{SBI} - s_{EBI}$ ergibt sich zu

$$s_{SBI} - s_{EBI} = \left(\frac{1}{Faktor} - 1 \right) Vorsignalabstand$$

aus der bekannten Formel $s = \frac{v^2}{2a}$ und somit

$$s_{SBI} = \frac{v^2}{2a_{SBI}} = \frac{v^2}{2 \cdot Faktor \cdot a_{EBI}} = \frac{s_{EBI}}{Faktor}, \text{ wobei } s_{EBI} \text{ dem Abstand zwischen dem}$$

Vorsignal und dem Hauptsignal und damit dem Vorsignalabstand entspricht. Aus dieser Formel ergibt sich auch, dass ein Wert für die Betriebsbremsverzögerung in Abhängigkeit von der Notbremsverzögerung gewählt wird.

[0021] Dieser Korrekturterm wird nicht verwendet, wenn der entsprechende ETCS-Konfigurationsparameter die Berechnung von SBI- und SBD-Kurven unterdrückt.

[0022] Um mit dem Abstand der Vorsignalbalise vor dem Vorsignal auf der ganz sicheren Seite zu sein, kann der Abstand demnach mit folgender Formel berechnet werden:

$$d = \text{Zeitkonstante} * \text{Streckengeschwindigkeit} + \text{Unsicherheitsfaktor} * (\text{Abstand}$$

zwischen letzter verbundener Balise vor der Vorsignalbalise und der

Vorsignalbalise) + (Anzahl verbundener Balisen) * Fehler + Pufferwert,

insbesondere

$$d = 6s * \text{Streckengeschwindigkeit [m/s]} + 5\% * 1000m + 10 * 1m + 50m,$$

wenn der entsprechende ETCS-Konfigurationsparameter die Berechnung der SBI- und SBD-Kurve unterdrückt oder

$$d = \text{Zeitkonstante} * \text{Streckengeschwindigkeit} + \text{Unsicherheitsfaktor} * (\text{Abstand}$$

zwischen letzter verbundener Balise vor der Vorsignalbalise und der

Vorsignalbalise) + (Anzahl verbundener Balisen) * Fehler + (1/Faktor -

1)*Vorsignalabstand +Pufferwert ,

insbesondere,

$$d = 6s \cdot \text{Streckengeschwindigkeit [m/s]} + 5\% \cdot 1000\text{m} + 10 \cdot 1\text{m} + (1/0,7 - 1) \cdot 1000\text{m} + 50\text{m},$$

wenn der entsprechende ETCS-Konfigurationsparameter die Berechnung der SBI- und SBD-Kurve erlaubt.

[0023] Dabei entspricht der erste Term dem minimalen Abstand, der gewählt werden sollte. Werden die folgenden Terme für die Bestimmung des Abstands d berücksichtigt, ergibt sich eine gut Abwägung zwischen einem möglichst geringen Abstand und einer möglichst großen Sicherheit. Der Abstand der Vorsignalbalise zum Vorsignal sollte daher im Bereich des Abstands d gewählt werden.

[0024] Die 6s entsprechen dabei der Zeitkonstante, die vorher erwähnt wurde. Durch den Term 5% * 1000 m wird der odometrische Ungenauigkeitsfaktor berücksichtigt, wobei angenommen wurde, dass die letzte verbundene Balise maximal 1000 m von der Vorsignalbalise entfernt angeordnet ist. Da die Position der Vorsignalbalise erst durch das erfindungsgemäße Verfahren festgelegt wird, ist diese Annahme im nachhinein zu überprüfen. Ein höherer Wert als 1000 m sollte aus Performancegründen nicht gewählt werden. Sollte die Berechnung einen höheren Wert ergeben, kann durch Einbau einer zusätzlichen verbundenen Balise der Wert gesenkt werden.

[0025] Alternativ kann die odometrische Ungenauigkeit berücksichtigt werden, indem d bestimmt wird als

$$d = [\text{Unsicherheitsfaktor} / (1 + \text{Unsicherheitsfaktor})] \cdot \text{DSIG} + [1 / (1 + \text{Unsicherheitsfaktor})] \cdot \text{dREST},$$

wobei dSIG der Abstand der letzten verbundenen Balise zum Vorsignal (wird als bekannt vorausgesetzt) und DLINK der Abstand der letzten verbundenen Balise zur Vorsignalbalise ist. Durch dREST wird die Summe aller Terme außer dem Term "Unsicherheitsfaktor * (Abstand zwischen letzter verbundener Balise vor der Vorsignalbalise und der Vorsignalbalise)" in den vorstehenden Gleichungen für d bezeichnet. Die Herleitung ergibt sich folgendermaßen:

$$\text{dREST} + \text{Unsicherheitsfaktor} \cdot \text{dLINK} = d.$$

Weiterhin gilt

$$\text{DLINK} + d = \text{dSIG}$$

und somit

$$\text{DLINK} + (\text{dREST} + \text{Unsicherheitsfaktor} \cdot \text{dLINK}) = \text{dSIG}.$$

Daraus folgt

$$\text{dLINK} = 1 / (1 + \text{Unsicherheitsfaktor}) [\text{dSIG} - \text{dREST}]$$

Damit erhält man

$$d = \text{dREST} + \text{Unsicherheitsfaktor} / (1 + \text{Unsicherheitsfaktor}) [\text{dSIG} - \text{dREST}]$$

[0026] Dies kann man auch schreiben als

$$d = [\text{Unsicherheitsfaktor} / (1 + \text{Unsicherheitsfaktor})] \cdot \text{dSIG} + [1 / (1 + \text{Unsicherheitsfaktor})] \cdot \text{dREST}.$$

[0027] Dies bedeutet, dass d als gewichtetes Mittel von DSIG und dREST berechnet wird.

[0028] Durch den Term $10 \cdot 1 \text{ m}$ wird die die Balisengruppe betreffende Ungenauigkeit ausgedrückt, insbesondere dass die verbundenen Balisen mit einem Fehler von $\pm 1 \text{ m}$ angeordnet sind und dass maximal 10 verbundene Balisen vorgesehen sind. Als Pufferwert wurde 50 m gewählt.

[0029] Bei einer Streckengeschwindigkeit von 120km/h ergibt diese Formel einen Abstand der Balise vor dem Vorsignal von 310 m. Bei einer maximalen Streckengeschwindigkeit von 60km/h ergibt sich ein Abstand der Balise vom Vorsignal von 210 m.

[0030] Entsprechend ergibt sich bei einem Faktor von 0,7, der beispielhaft gewählt ist und bei der ETCS-Streckenausrüstung der Österreichischen Bundesbahn (ÖBB) sinnvoll wäre, und einem Vorsignalabstand von beispielsweise 1000m ein zusätzlicher Term von 428m; somit bei Streckengeschwindigkeiten von 120km/h bzw. 60km/h ein Balisenabstand von 738m bzw. 638m.

[0031] Bei einer besonders bevorzugten Verfahrensvariante kann vorgesehen sein, dass die Position einer Bahnübergangsschutzaktivierungseinrichtung (level crossing protection activation) so gewählt wird, dass ihr Abstand zum Vorsignal mindestens gleich der Summe des Abstands der Vorsignalbalisengruppe zum Vorsignal und dem Produkt aus der maximalen Streckengeschwindigkeit und einer Erkennungszeit ist. Vorteilhafterweise wird zu dieser Summe noch ein extern vorgegebener Wert addiert. Der extern vorgegebene Wert ist vorzugsweise der Abstand, der nach dem Stand der Technik ohne Verwendung von ETCS zwischen der Bahnübergangsschutzaktivierungseinrichtung und dem Vorsignal gewählt wurde. Dieser Abstand ist so gewählt, dass bei erfolgloser Aktivierung der Bahnübergangsschutzeinrichtung das Vorsignal rechtzeitig umgestellt werden kann, ehe der Zug das Vorsignal passiert. Die Vorsignalbalisengruppe ist dabei diejenige Balisengruppe, die dem Zug Informationen über das Vorsignal liefert. Es kann vorkommen, dass auf Grund von besonderen Betriebsabläufen eine Fahrtroute bestimmt wird, ohne dass ein auf dieser Route liegender Bahnübergang sofort geschlossen wird. In einem solchen Fall wird eine Bahnübergangsschutzeinrichtung durch den herannahenden Zug aktiviert. Für den unwahrscheinlichen Fall, dass diese Aktivierung nicht funktioniert, wird die Fahrtroute durch das Stellwerk ("interlocking system") aufgehoben und die Signale werden entsprechend angepasst, d.h. sie werden restriktiver. Insbesondere kann es vorkommen, dass das Vorsignal sich ändert, nachdem der Zug die korrespondierende Balisengruppe passiert hat. Demnach würde der Zug so gesteuert, als ob die Streckengeschwindigkeit beibehalten werden dürfte und der Zug beim Hauptsignal nicht anhalten müsste, wohingegen das Vorsignal das Signal, dass ein Stoppsignal am Hauptsignal zu erwarten ist, ausgibt, wenn der Zug an dem Vorsignal vorüberfährt. Um dies zu vermeiden, wird die Bahnübergangsschutzaktivierungseinrichtung in einem Abstand vor der Vorsignalbalisengruppe angeordnet, der dem ursprünglichen Abstand der Bahnübergangsschutzaktivierungseinrichtung (gemäß dem Stand der Technik) zum Vorsignal und einem Sicherheitsabstand entspricht. Es wird außerdem die Zeit berücksichtigt, die die LEU braucht, um den neuen restriktiven Aspekt zu erkennen. Dies ergibt den zusätzlichen Sicherheitsabstand von $\text{Streckengeschwindigkeit}[\text{m/s}] \cdot \text{Erkennungszeit}[\text{s}]$.

[0032] Die Aufgabe wird außerdem gelöst durch ein Eisenbahnsystem mit mindestens einem Vorsignal und mit mindestens einem zugeordneten Hauptsignal und mit Balisengruppen, die mit einem Zug kommunizieren, wobei eine Vorsignalbalisengruppe in Fahrtrichtung des Zuges in einem Abstand vor dem Vorsignal angeordnet ist, und der Abstand abhängig von der maximal zulässigen Streckengeschwindigkeit und einer Zeitkonstante gewählt ist. Mit einer derartigen Anordnung einer einzigen Vorsignalbalisengruppe kann bei geringen Kosten ein Anhalten des Zuges bis zum Hauptsignal sichergestellt werden.

[0033] Bei einer bevorzugten Ausgestaltung ist vorgesehen, dass eine Bahnübergangsschutzaktivierungseinrichtung vor dem Vorsignal in einem Abstand angeordnet wird, der zumindest der Summe des Abstands der Vorsignalbalisengruppe zum Vorsignal, des Produkts der Streckengeschwindigkeit und der Erkennungszeit der LEU und einem extern vorgegebenen Abstand entspricht. Durch diese Maßnahme kann verhindert werden, dass ein ungesicherter Bahnübergang von einem Zug überfahren wird.

[0034] Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels der Erfindung, anhand der Figuren der Zeichnung, die erfindungswesentliche Einzelheiten zeigen, und aus den Ansprüchen. Die einzelnen Merkmale können je einzeln für sich oder zu mehreren in beliebiger Kombination bei einer Variante der Erfindung verwirklicht sein.

Zeichnung

[0035] Ein Ausführungsbeispiel ist in der schematischen Zeichnung dargestellt und wird in der nachfolgenden Beschreibung erläutert. Es zeigt:

Fig. 1 eine Darstellung eines Fahrerlaubnisabschnitts zur Veranschaulichung der Wahl der Position der Balise vor dem Vorsignal;

Fig. 2 eine Darstellung zur Erläuterung der Wahl der Position der Bahnübergangsschutzaktivierungseinrichtung.

[0036] In der **Fig. 1** erstreckt sich ein Fahrerlaubnisabschnitt 1 zwischen einem ersten und einem zweiten Hauptsignal 2, 3. Jedem Hauptsignal 2, 3 ist eine Balisengruppe 4, 5 zugeordnet. Einem herannahenden Zug 6 wird über die Balisengruppe 4 die Länge der Fahrerlaubnisstrecke 1 mitgeteilt. Auf Grund dieser und weiterer Streckeninformationen können unterschiedliche Bremskurven, beispielsweise für eine Notbremsung oder für eine Betriebsbremsung, errechnet werden. Insbesondere kann bestimmt werden, nach welcher gefahrenen Strecke diese Bremskurven automatisch aktiviert werden müssen, um den Zug 6 sicher beim Hauptsignal 5 zum Stehen zu bringen bzw. auf eine vorgegebene Geschwindigkeit zu bringen, falls dies durch das Hauptsignal 5 angezeigt wird. Vor dem Hauptsignal 5 ist ein Vorsignal 7 - vorgesehen, wobei das Vorsignal 7 an einer Stelle angeordnet ist, wo eine EBI-Kurve (emergency brake intervention curve) gestartet werden muss, um den Zug 6 mit einer Notbremsung bis zum Hauptsignal 5 zum Stehen zu bringen. Durch das Vorsignal 7 wird dem Zugführer angezeigt, welches Signal er am Hauptsignal 5 zu erwarten hat. Insbesondere kann dem Zugführer durch das Vorsignal 7 angegeben werden, dass der Zug 6 bis zum Hauptsignal 5 zum Stehen gebracht werden muss oder dass der Zug 6 mit der Streckengeschwindigkeit weiterfahren darf, weil das Hauptsignal 5 ein Passieren des Zuges erlauben wird. Andere Bremskurven, wie beispielsweise eine SBI-Kurve (service brake intervention curve), müssen bereits vor dem Vorsignal 7 einsetzen, um den Zug 6 gemäß einer Betriebsbremsung bis zum Hauptsignal 5 zum Stehen bringen zu können. Eine SBI-Kurve bedeutet, dass der Zug 6 automatisch gemäß einer Betriebsbremsung abgebremst wird, weil der Zugführer ein Warnsignal, dass er die vorgegebene Geschwindigkeit verlassen hat, missachtet hat. Ehe eine automatische Betriebsbremsung einsetzt, wird der Fahrer durch eine so genannte "indication" darauf aufmerksam gemacht, dass er die erlaubte Geschwindigkeit mit seinem Zug verlassen hat. Diese "indication" muss dem Fahrer daher deutlich vor dem Vorsignal 7 gegeben werden. Damit der Fahrer richtig reagieren kann, muss ihm die Aussage des Vorsignals 7 bereits vor Erreichen des Vorsignals 7 bekannt sein. Deshalb wird eine Balisengruppe oder Balise in einem entsprechenden Abstand vor dem Vorsignal 7 angeordnet. Die Balise 8 kommuniziert mit dem Zug und gibt Informationen darüber, welches Signal am Vorsignal 7 anliegt. Der Abstand d zwischen der Balise 8 und dem Vorsignal 7 berechnet sich beispielsweise als $d = 6s \cdot \text{Streckengeschwindigkeit} + 5\% \cdot 1000m + 10 \cdot 1m + 50m$. (Es wird angenommen, dass der entsprechende ETCS-Konfigurationsparameter die Berechnung der SBI- und SBD-Kurve unterdrückt.)

[0037] Vor der Balise 8 kann eine Balise 9 angeordnet sein, die in einem vorgegebenen Abstand zur Balise 8 angeordnet ist. Durch die Balise 9 kann die Positionsbestimmung durch den Zug 6 kalibriert werden. Durch diese Maßnahme kann die Position, bei der eine automatische Bremsung durchgeführt wird, genauer bestimmt werden. Der Abstand zwischen den Balisen 8, 9 sollte maximal 1000 m betragen. Daraus ergibt sich der Term $5\% \cdot 1000m$. Alternativ kann d bestimmt werden als $d = [5\%/(1+5\%)] \cdot \text{DSIG} + [1/(1+5\%)] \cdot (6s \cdot \text{Streckengeschwindigkeit} + 10 \cdot 1m + 50m)$, wobei DSIG der Abstand der Balise 9 zum Vorsignal 7 ist.

[0038] In der **Fig. 2** ist dargestellt, wie eine Bahnübergangsschutzaktivierungseinrichtung positioniert werden muss. Vor einem Bahnübergang 20 ist ein Hauptsignal 21 angeordnet, dem eine Balise 22 zugeordnet ist. Ist der Bahnübergang 20 gesperrt, so erlaubt das Hauptsignal 21 eine Durchfahrt des Zuges 23. Ist der Bahnübergang 20 jedoch nicht geschlossen, so zeigt das Hauptsignal 21 an, dass der Zug 23 anhalten muss. Damit der Zug 23 rechtzeitig zum Stehen kommen kann, muss das Vorsignal 24 den Fahrer bereits darauf aufmerksam machen, dass der Zug 23 gemäß dem Hauptsignal 21 angehalten werden muss. Würde der Zugführer eine Bremsung erst beim Vorsignal 24 einleiten, müsste der Zug 23 eine Notbremsung durchführen. Der Fahrer sieht das Vorsignal 24 jedoch beispielsweise an der Position 25, an der auch eine Vorsignalbalisengruppe 26 angeordnet ist. Die Vorsignalbalisengruppe 26 liefert dem Zug 23 und damit dem Zugführer auf elektronische Art und Weise die Information des Vorsignals 24. Somit kann der Zugführer im Bereich zwischen der Vorsignalbalisengruppe 26 und dem Vorsignal 24 eine Bremsung einleiten bzw. kann eine automatische Bremsung eingeleitet werden. Durch die Bahnübergangsschutzaktivierungseinrichtung 27 des Standes der Technik wird ein Schließen des Bahnübergangs 20 veranlasst, wenn der Zug 23 an dieser Stelle vorüberfährt. Würde dann erkannt, dass der Bahnübergang 20 nicht geschlossen wurde, muss der Zug 23 anhalten. Ist der Abstand zwischen der Vorsignalbalisengruppe 26 und der Bahnübergangsschutzaktivierungseinrichtung 27 jedoch zu gering, kann der Zug 23 bereits an der Vorsignalbalisengruppe 26 vorbeigefahren sein, ehe das Vorsignal 24 umschaltet. Somit erhält der Zug 23 diese Information nicht. Aus diesem Grund muss die Bahnübergangsschutzaktivierungseinrichtung in einem Abstand, der groß genug ist, vor der Vorsignalbalisengruppe 26 angeordnet werden.

[0039] Beim Bau der Strecke wird die Bahnübergangsschutzaktivierungseinrichtung 27 so im Abstand d_1 von dem Vorsignal 24 positioniert, dass das Vorsignal 24 verlässlich das Hauptsignal 21 je nach erfolgreicher oder erfolgloser Aktivierung wiedergibt. Um sicherzustellen, dass die Vorsignalbalisengruppe 26 zuverlässig das Vorsignal 24 wiedergibt, muss der Abstand d_2 zwischen der erfindungsgemäß positionierten Bahnübergangsschutzaktivierungseinrichtung 28 und der Vorsignalbalisengruppe 26 gleich dem Abstand d_1 zwischen der ursprünglichen Position 27 der Bahnübergangsschutzaktivierungseinrichtung und dem Vorsignal 24 zuzüglich des Sicherheitsabstands Streckengeschwindigkeit $\cdot$ Erkennungszeit sein. Der Abstand der Bahnübergangsschutzaktivierungseinrichtung 28 vom Vorsignal 24 setzt sich daher aus dem Abstand der Vorsignalbalisengruppe 26 zum Vorsignal 24, dem Abstand d_1 zwischen dem

Vorsignal 24 und der ursprünglichen Position 27 und dem Produkt Streckengeschwindigkeit * Erkennungszeit zusammen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Bestimmung des Abstands (d) einer Vorsignalbalise (8, 26) oder einer Gruppe von Vorsignalbalisen in Fahrtrichtung vor einem Vorsignal (7, 24) eines Eisenbahnsystems, wobei die Vorsignalbalise (8, 26) oder Gruppe von Vorsignalbalisen an einen vorbeifahrenden Zug (6, 23) das Vorsignal (7, 24) betreffende Information überträgt, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Zeitkonstante gewählt wird und der Abstand (d) als Produkt der Zeitkonstante und eines Geschwindigkeitswerts ermittelt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Geschwindigkeitswert die maximale Streckengeschwindigkeit verwendet wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine odometrische Ungenauigkeit der Positionsbestimmung des Zugs (6, 23) bei der Bestimmung des Abstands (d) berücksichtigt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine obere Schranke der odometrischen Ungenauigkeit der Positionsbestimmung des Zugs (6, 23) bei der Bestimmung des Abstands (d) berücksichtigt und die Einhaltung dieser oberen Schranke im nachhinein überprüft wird.
5. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Obergrenze für die Anzahl der im Fahrerlaubnisbereich (1) erlaubten verbundenen Balisengruppen festgelegt wird und bei der Bestimmung des Abstands (d) eine von der Obergrenze abhängige Ungenauigkeit berücksichtigt wird.
6. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei der Bestimmung des Abstands (d) ein konstanter Pufferwert addiert wird.
7. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei der Bestimmung des Abstands (d) die Differenz des Bremswegs einer Betriebsbremsung und des Bremswegs einer Notbremsung $S_{SBI} - S_{EBI}$ berücksichtigt wird.
8. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Position einer Bahnübergangsschutzaktivierungseinrichtung (28) so gewählt wird, dass ihr Abstand zum Vorsignal mindestens gleich der Summe des Abstands der Vorsignalbalise oder der Vorsignalbalisengruppe (26) zum Vorsignal (24), des Produkts der maximal zulässigen Streckengeschwindigkeit und einer Erkennungszeit und einem extern vorgegebenen Abstand (d_1) entspricht.
9. Eisenbahnsystem mit mindestens einem Vorsignal (7, 24) und mindestens einem zugeordneten Hauptsignal (3, 21) und mit Balisengruppen (8, 9, 26), die mit einem Zug kommunizieren, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Vorsignalbalisengruppe (8, 26) in Fahrtrichtung des Zuges (6, 23) in einem Abstand (d) vor dem Vorsignal (7, 24) angeordnet ist, wobei der Abstand (d) abhängig von der maximal zulässigen Streckengeschwindigkeit und einer Zeitkonstante gewählt ist.
10. Eisenbahnsystem nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Bahnübergangsschutzaktivierungseinrichtung (28) in Fahrtrichtung vor der Vorsignalbalisengruppe (26) angeordnet ist und der Abstand zwischen der Bahnübergangsschutzaktivierungseinrichtung (28) und dem Vorsignal (24) zumindest die Summe des Abstands der Vorsignalbalisengruppe (26) zum Vorsignal (24), des Produkts der maximal zulässigen Streckengeschwindigkeit und einer Erkennungszeit und einem extern vorgegebenen Abstand (d_1) ist.

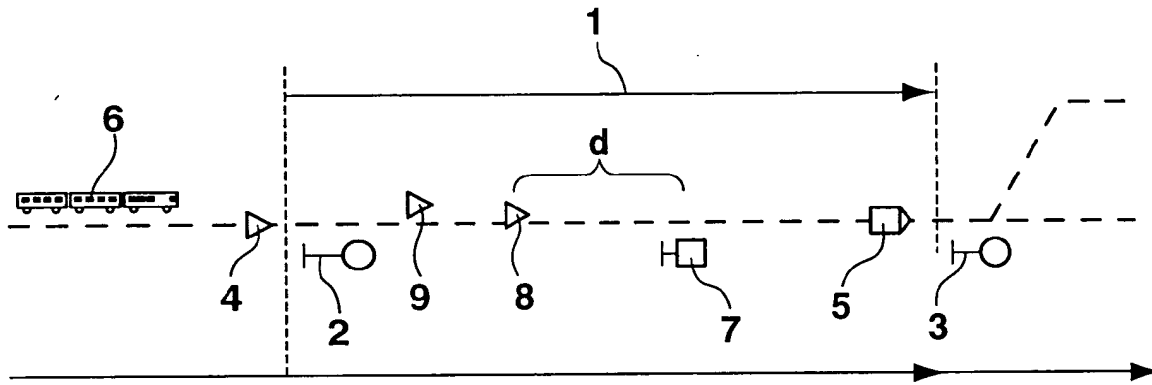


Fig. 1

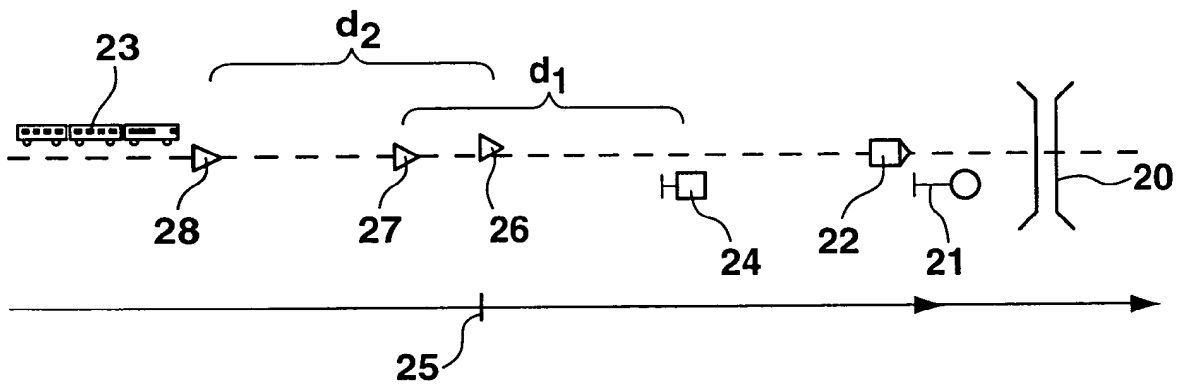


Fig. 2



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 04 36 0045

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
A	EP 1 232 926 A (SIEMENS SCHWEIZ AG) 21. August 2002 (2002-08-21) * Absätze [0008] - [0014] * * Abbildungen 1-3 *	1-10	B61L3/12
A	EP 0 735 381 A (SIEMENS INTEGRA VERKEHRSTECHNI) 2. Oktober 1996 (1996-10-02) * Spalte 3, Zeile 12 - Spalte 5, Zeile 37 * * Abbildungen 1-3 *	1-10	
A	DE 199 27 023 A (SIEMENS AG) 14. Dezember 2000 (2000-12-14) * Spalte 2, Zeile 47 - Spalte 3, Zeile 22 * * Spalte 5, Zeile 1 - Spalte 6, Zeile 36 * * Abbildung 2 *	8,10	
A	EP 0 761 523 A (SEL ALCATEL AG) 12. März 1997 (1997-03-12) * Zusammenfassung *	8,10	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
A	EP 0 667 275 A (SEL ALCATEL AG) 16. August 1995 (1995-08-16) * Zusammenfassung *	1,9	B61L
A	BRAUNER J-P: "EURO-BALISE S21 VON SIEMENS FÜR DEN FERNVERKEHR" SIGNAL + DRAHT, TELZLAFF VERLAG GMBH. DARMSTADT, DE, Bd. 89, Nr. 5, 1. Mai 1997 (1997-05-01), Seiten 5-10, XP000779913 ISSN: 0037-4997 * das ganze Dokument *	1,9	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 17. September 2004	Prüfer Massalski, M
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 : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

1
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 04 36 0045

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.

17-09-2004

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
EP 1232926	A	21-08-2002	EP	1232926 A1	21-08-2002
EP 0735381	A	02-10-1996	AT	211826 T	15-01-2002
			DE	59608544 D1	14-02-2002
			EP	0735381 A2	02-10-1996
DE 19927023	A	14-12-2000	DE	19927023 A1	14-12-2000
EP 0761523	A	12-03-1997	DE	19529374 A1	13-02-1997
			DE	59610451 D1	26-06-2003
			EP	0761523 A2	12-03-1997
			ES	2194942 T3	01-12-2003
			ZA	9606724 A	17-02-1997
EP 0667275	A	16-08-1995	DE	4403981 A1	10-08-1995
			EP	0667275 A1	16-08-1995

EPO FORM P0461

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