

(19)



(11)

EP 3 176 049 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
07.06.2017 Patentblatt 2017/23

(51) Int Cl.:
B61L 19/06 (2006.01)
B61L 27/00 (2006.01)
B61L 21/04 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **15197939.0**

(22) Anmeldetag: **04.12.2015**

(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:
MA MD

(72) Erfinder:
• **SCHMID, Rolf**
8712 Stäfa (CH)
• **MOSER, Mario**
9630 Wattwil (CH)

(74) Vertreter: **Maier, Daniel Oliver**
Siemens AG
Postfach 22 16 34
80506 München (DE)

(71) Anmelder: **Siemens Schweiz AG**
8047 Zürich (CH)

(54) **EINRICHTUNG UND VERFAHREN ZUM STEuern UND/ODER ÜBERWACHEN VON IN EINEM SCHIENENVERKEHRSNETZWERK ANGEORDNETEN DEZENTRALEN INTELLIGENTEN FUNKTIONSEINHEITEN**

(57) Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Einrichtung und Verfahren zum Steuern und/oder Überwachen von in einem Schienenverkehrsnetzwerk angeordneten dezentralen Funktionseinheiten anzugeben, die gegenüber den heute bestehenden Anlagen einfacher und kostengünstiger zu betreiben sind und ggfs. auch einen geringeren Footprint aufweisen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäss mit einer Einrichtung und einem Verfahren zum Steuern und/oder Überwachen von in einem Schienenverkehrsnetzwerk angeordneten dezentralen Funktionseinheiten gelöst, umfassend:

a) ein übergeordnetes Steuerungssystem (30), das mit den dezentralen Funktionseinheiten (DFE, EC, C1 bis C4) mittels Datentelegrammen (DT) Informationen austauscht,

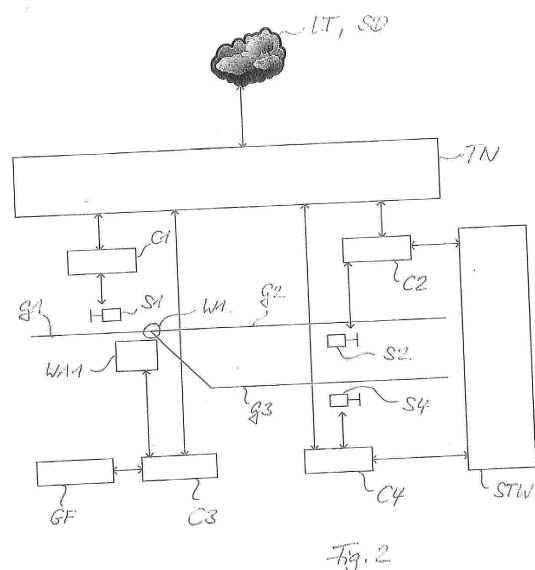
b) ein Datentransportnetzwerk (TN) mit einer Anzahl von Netzzugangspunkten (2 bis 16), wobei das übergeordnete Steuerungssystem (30) über mindestens einen Netzzugangspunkt (2, 4) an dem Datentransportnetzwerk (TN) angekoppelt ist;

c) Kommunikationseinheiten (18 bis 28), die an einem Netzzugangspunkt (6 bis 16) angeschlossen sind und den Zugang zu dem Datentransportnetzwerk (TN) bereitstellen, und

d) die dezentralen Funktionseinheiten (DFE, EC, C1 bis C4) selbsttätig Steuerungs-, Überwachungs- und Verschlussfunktionen ausführen und/oder verwalten sowie gemäss einem Spurplanprinzip mit der jeweils

gemäss dem Spurplanprinzip nächst benachbarten dezentralen Funktionseinheit (DFE, EC, C1 bis C4) logisch verbunden sind und mit diesen Daten zur Ausführung der Steuerungs- und/oder Überwachungs- und/oder Verschlussfunktionen direkt austauschen.

Auf diese Weise können die Stellwerkfunktionalitäten teilweise oder sogar vollständig von einer zentralen Innenanlage weg in die dezentralen Funktionseinheiten ausgelagert werden, was zur Folge hat, dass die Innenanlagen entweder drastisch verkleinert oder sogar komplett aufgelöst werden kann.

**EP 3 176 049 A1**

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Einrichtung und Verfahren zum Steuern und/oder Überwachen von in einem Schienenverkehrsnetzwerk angeordneten dezentralen Funktionseinheiten.

[0002] Derartige dezentrale Funktionseinheiten werden in Schienenverkehrsnetzwerken eingesetzt, wo diese genutzt werden, um Fahrzeug beeinflussende und/oder Fahrzeug überwachende Einheiten zu steuern und bezüglich der Funktionalität zu überwachen und um Prozessdaten aufzunehmen und zurück an eine zentrale Steuerungs- und/oder Überwachungszentrale, wie zum Beispiel eine Leitstelle zu melden. Als zugbeeinflussende Einheiten, die also Anweisungen an den Fahrzeugführer geben oder sogar direkt Eingriffe in der Fahrzeugsteuerung vornehmen oder direkt einen sicheren Fahrweg einstellen, können beispielsweise Signale, Weichen, Balisen, Linienleiter, Gleismagnete und dergleichen sowie auch Sensoren zum Erfassen von Prozessgrößen des fahrenden Zuges, wie Leistungsaufnahme, Geschwindigkeit und dergleichen, betrachtet werden. Als Zug- und Gleisabschnitt überwachende Einheiten können ebenfalls Balisen und Linienleiter, aber auch Achszähler und Gleisstromkreise und andere Gleisfreimeldesysteme genannt werden.

[0003] Im Eisenbahnverkehr ist es üblicherweise so, dass diese dezentralen Funktionseinheiten von einem Stellwerk oder einem abgesetzten Stellwerkrechner gesteuert werden. Für den Datentransfer zwischen dem Stellwerk und den Funktionseinheiten im Gleisbereich sind heute in der Regel standardisierte Kupferkabel vorgesehen, für deren klassische Stelldistanzlängen wegen der physikalischen Übertragungsparameter, den Kabelbelägen (RLC), bei 10 km in der Praxis die obere Grenze liegt. Bei gewissen Typen von Funktionseinheiten kann diese obere Limite jedoch auch nur bei maximal 6,5 km liegen.

[0004] Heutzutage stehen jedoch auch schon Datennetzwerke bei Eisenbahnen im Einsatz, welche dazu verwendet werden z.B. Daten unter benachbarten Stellwerken oder der Stellwerken und Leittechnik auszutauschen. Sie werden auch eingesetzt, um zugbeeinflussende und/oder zugüberwachende Funktionseinheiten zu steuern und zu überwachen, wodurch eine Überbrückung von fast beliebigen Stelldistanzen zu ermöglichen ist. Diese Netzwerke sind vom Typ eines Datentransportnetzwerkes (DTN), z.B. ein optisches Transportnetzwerkes, ausgestaltet und werden für die Übermittlung von Daten für die operationelle Betriebsebene und dergleichen eingesetzt.

[0005] Derartige Datennetzwerke erlauben eine sehr viel höhere Anzahl von Freiheitsgraden hinsichtlich

- der Festlegung der Position der Kopplungspunkte für den Anschluss von Stellwerk- und Leittechnikanlagen oder Teilen davon und somit dessen Aufstellungsorte,

- der angewandten Übertragungs-Verfahren und der Distanzen der Kommunikation unter verschiedenen Anlagenteilen.

5 Diese Datennetzwerke ermöglichen so mitunter eine wesentliche Verbesserung beim Preis/Leistungsverhältnis und dennoch ein hoch zuverlässiger und entsprechend sicherer Datenaustausch der Eisenbahnsicherungseinrichtungen entlang von Gleisanlagen (der dezentralen Funktionseinheiten).

10 **[0006]** Der Aufbau von technischen Anlagen in der Bahninfrastruktur, ist aufgrund der über 100 jährigen Geschichte des des Eisenbahnwesens auf Robustheit und Zuverlässigkeit ausgelegt. So werden auch heute sämtliche Stellwerkfunktionen in einer zentralisierten Innenanlage, meist in einem separaten Stellwerkgebäude, ausgeführt. Die eigentlichen Stellwerke basieren dabei heute in der Regel auf dem Spurplan- oder Verschluss-
15 tafelpinzip. Sehr häufig wird zur Erlangung der erforderlichen Sicherheit auch die Einstellung der Fahrstrassen nach dem Spurplanprinzip und die Überwachung und Verifizierung der eingestellten Fahrstrassen nach dem Spurplanprinzip vorgenommen oder umgekehrt.

20 **[0007]** Heute arbeiten Relaisstellwerke wie auch elektronische Stellwerke entweder nach dem Spurplanprinzip oder nach dem Verschlussplanprinzip (auch Verschlussstafelpinzip genannt). Mechanische Stellwerke arbeiten nach dem Verschlussplanprinzip. Ein Bediener bringt einen Signalhebel, und somit ein Signal, nur in
25 Fahrtstellung, wenn die Bedingungen gemäß dem Verschlussplan erfüllt sind. Als Bedingungen für die Signalfahrtstellung wird im Verschlussplan die korrekte Lage der Weichen im Fahrweg aufgelistet, die erforderliche Lage der Flankenschutzweichen etc. In den Relaisstellwerken werden diese Bedingungen nicht mehr durch reine mechanische Verschlüsse realisiert, sondern durch von Relaiskontakten unterbrochene Strompfade. Mit den Relaisstellwerken entstand denn auch das Spurplanprinzip. Bei Relaisstellwerken nach dem Spurplanprinzip
30 wird für jede dezentrale Funktionseinheit in der Gleisanlage die entsprechende Relaischaltung im Stellwerk eingebaut. Die ein Gleisanlageobjekt abbildenden Relaischaltungen werden gemäß dem Verlauf des Gleises bzw. der darauf abgebildeten Fahrstrassen mit dem Spurbabel im sogenannten Spurplan verbunden. Folgt zum Beispiel der Weiche 1 die Weiche 2, so werden die Relais der Weiche 1 über das Spurbabel mit den Relais der Weiche 2 verbunden. Damit das Signal einer Fahrstraße auf Fahrt geht, darf keine in der Fahrstraße bzw.
35 in der Spur liegende dezentrale Funktionseinheit den für die Fahrtstellung benötigten Strompfad über seine Relaiskontakte unterbrechen. Erst wenn alle in der Fahrstraße liegenden Elemente der Fahrtstellung des Signals zustimmen, kann das Signal in die Fahrtstellung wechseln.

40 **[0008]** Der Vorteil des Spurplanprinzips liegt darin, dass unabhängig vom benachbarten Objekt der Weiche 1 (Signal, Weiche, Block), die Relais der Weiche 1 immer

genau gleich über das genormte Spurkabel mit dem Nachbarelement verbunden werden. Der Größe des Stellwerks sind theoretisch keine Grenzen gesetzt. Stellwerke nach dem Verschlussplanprinzip lassen sich nur bis zu einer bestimmten Größe bauen, irgendwann wird der (bei mechanischen und elektromechanischen Stellwerken in Form von Verschlussregistern oder Verschlussstangen realisierte) Verschlussplan einfach zu groß und nicht mehr überschaubar.

[0009] Elektronische Stellwerke nach dem Verschlussplanprinzip arbeiten häufig mit Matrizen. Elektronische Stellwerke nach dem Spurplanprinzip kennen immer noch Spuren, jedoch sind dies nicht mehr Strompfade, sondern virtuelle Datenspuren zwischen benachbarten Elementen. Die Informationen werden in Form von Telegrammen übermittelt. Nur in dem Fall, dass eine Spur sich über mehrere Rechner der Stellwerksanlage verteilt, können diese Telegramme auch an den Schnittstellen der Rechner untereinander verfolgt werden.

[0010] Die Steuerungsdaten für die dezentralen Funktionseinheiten in der Aussenanlage werden dabei auch heute noch entweder in Form von Energiesignalen oder in Form von Datentelegrammen übertragen. Grundsätzlich besteht aber die nachfolgende Funktionsaufteilung fort:

- Stellwerkkinnenanlage (in der Regel in einem Rechenraum untergebracht)
 - Verwaltung der Verschlussfunktionen
 - Schutz gegen Gegenfahrten
 - Schutz vor unzeitigem Weichenumlauf
 - Bereitstellen der Schnittstelle zu einem Fahrdienstleiter (dispositives Leitsystem)
- Aussenanlage mit den dezentralen Funktionseinheiten
 - Ansteuern der dezentralen Funktionseinheiten, wie Weiche, Signallampen usw.
 - Überwachen der dezentralen Funktionseinheiten, wie z.B. auf die Weichenendlage, das Fliesen des Lampenstroms usw.

[0011] Grundsätzlich ist daher die eigentlich Logik des Bahnfahrens immer noch zentral in der Stellwerkkinnenanlage untergebracht. Dort sind zum Beispiel Schaltschränke mit Signal- und Weichenbaugruppen vorgesehen, die die Signale und die Weichen in der Aussenanlage steuern und auf den korrekten Stromfluss im Lampenstromkreis und die korrekte Leistungsaufnahme während des Weichenumlauf und das korrekte Erreichen der Weichenendlage überwachen. Deshalb sind derartige Stellwerke vergleichsweise gross und müssen entsprechend unterhalten und im Betrieb auch klimatisch entsprechend eingestellt werden. Hier gelten also beispielsweise besonders für die Betriebsbedingungen keine anderen Parameter, als diese auch für Rechnerräume

in Rechenzentren gelten.

[0012] Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Einrichtung und Verfahren zum Steuern und/oder Überwachen von in einem Schienenverkehrsnetzwerk angeordneten dezentralen Funktionseinheiten anzugeben, die gegenüber den heute bestehenden Anlagen einfacher und kostengünstiger zu betreiben ist und ggfs. auch einen geringeren Footprint aufweist.

[0013] Diese Aufgabe wird bezüglich der Einrichtung erfindungsgemäss mit einer Einrichtung zum Steuern und/oder Überwachen von in einem Schienenverkehrsnetzwerk angeordneten dezentralen Funktionseinheiten gelöst, umfassend:

- a) ein übergeordnetes Steuerungssystem, wie z.B. ein dispositives Leitsystem, das mit den dezentralen Funktionseinheiten mittels Datentelegrammen Informationen austauscht,
- b) ein Datentransportnetzwerk mit einer Anzahl von Netzzugangspunkten, wobei das übergeordnete Steuerungssystem über mindestens einen Netzzugangspunkt an dem Datentransportnetzwerk angekoppelt ist;
- c) Kommunikationseinheiten, die an einem Netzzugangspunkt angeschlossen sind und den dezentralen Funktionseinheiten den Zugang zu dem Datentransportnetzwerk bereitstellen, und
- d) die dezentralen Funktionseinheiten selbsttätig Steuerungs-, Überwachungs- und Verschlussfunktionen ausführen und/oder verwalten sowie gemäss einem Spurplanprinzip mit dem jeweils gemäss dem Spurplanprinzip nächst benachbarten dezentralen Funktionseinheit logisch verbunden sind und mit diesen Daten zur Ausführung der Steuerungs- und/oder Überwachungs- und/oder Verschlussfunktionen direkt austauschen.

[0014] Bezüglich des Verfahrens wird diese Aufgabe erfindungsgemäss durch ein Verfahren zum Steuern und/oder Überwachen von in einem Schienenverkehrsnetzwerk angeordneten dezentralen Funktionseinheiten gelöst, umfassend die Schritte:

- a) Bereitstellen eines übergeordneten Steuerungssystems, z.B. ein dispositives Leitsystem, das mit den dezentralen Funktionseinheiten mittels Datentelegrammen Informationen austauscht,
- b) Bereitstellen eines Datentransportnetzwerks mit einer Anzahl von Netzzugangspunkten, wobei das übergeordnete Steuerungssystem über mindestens einen Netzzugangspunkt an dem Datentransportnetzwerk angekoppelt ist;
- c) Bereitstellen von Kommunikationseinheiten, die an einem Netzzugangspunkt angeschlossen sind und den dezentralen Funktionseinheiten den Zugang zu dem Datentransportnetzwerk ermöglichen, und

d) selbsttätiges Ausführen von Steuerungs-, Überwachungs- und Verschlussfunktionen und ggfs. von Verwaltungsfunktionen durch die dezentralen Funktionseinheiten, wobei die dezentralen Funktionseinheiten gemäss einem Spurplanprinzip mit dem jeweils gemäss dem Spurplanprinzip nächst benachbarten dezentralen Funktionseinheit logisch verbunden sind und mit diesen Daten zur Ausführung der Steuerungs- und/oder Überwachungs- und/oder Verschlussfunktionen direkt austauschen.

[0015] Auf diese Weise können die Stellwerkfunktionalitäten teilweise oder sogar vollständig von einer zentralen Innenanlage weg in die dezentralen Funktionseinheiten ausgelagert werden, was zur Folge hat, dass die Innenanlagen entweder drastisch verkleinert oder sogar komplett aufgelöst werden kann.

[0016] In für das Umfeld des Schienenverkehrs zweckmässiger Weise können die dezentralen Funktionseinheiten verkehrsüberwachende und verkehrssteuernde Einheiten, wie insbesondere Signale, Weichen, Achszähler, Gleisstromkreise, punkt- und linienförmige Zugbeeinflussungselemente, steuern und/oder überwachen. Dementsprechend kann dann das übergeordnete Steuerungssystem ein Stellwerk und/oder ein Leitsystem umfassen. Es ist anzumerken, dass ein ggfs. noch vorhandenes Stellwerk gegenüber einem Stellwerk herkömmlicher Bauart erheblich schlanker aufgebaut ist, weil im Besonderen die bisher von einem Stellwerk wahrgenommenen ungemein wichtigen und sicherheitskritischen Verschlussfunktionen in die dezentralen Funktionseinheiten ausgelagert worden sind. Bei einer vollständigen Umsetzung der vorliegenden Erfindung kommt es jedoch sogar zu einem Verschwinden des Rechnerraums des Stellwerks.

[0017] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der vorliegenden Erfindung sind den übrigen Unteransprüchen zu entnehmen.

[0018] Vorteilhafte Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung werden anhand der Zeichnung näher erläutert. Dabei zeigen:

Figur 1 in schematischer Ansicht den Aufbau einer Einrichtung zur Steuerung und/oder Überwachung von entlang eines Eisenbahnnetzwerkes angeordneten dezentralen Funktionseinheiten; und

Figur 2 in schematischer Ansicht eine Topologie eines dezentralen Stellwerks.

[0019] Figur 1 zeigt in schematischer Ansicht den Aufbau einer Einrichtung E zur Steuerung und/oder Überwachung von entlang eines Eisenbahnnetzwerkes (hier nicht weiter dargestellt) angeordneten dezentralen Funktionseinheiten DFE1A bis DFE_nA, DFE1B bis DFE_nB usw. (im Nachfolgenden auch Element Controller EC genannt). Sollte nicht eine bestimmte Funktionseinheit ge-

meint sein, werden die dezentralen Funktionseinheiten nachfolgend mit DFE oder EC bezeichnet. Derartige dezentrale Funktionseinheiten DFE werden genutzt, um zugbeeinflussenden und/oder zugüberwachende Einheiten zu steuern und zu überwachen. Als zugbeeinflussende Einheiten können beispielsweise Signale, Weichen, Balisen, Linienleiter, Gleismagnete und dergleichen genannt werden. Als zugüberwachende Einheiten können ebenfalls Balisen und Linienleiter, aber auch Achszähler und Gleisstromkreise genannt werden. Beispielsweise wird durch die dezentrale Funktionseinheit DFE1C ein Signal S gesteuert und überwacht. Die dezentrale Funktionseinheit DFE1C steuert dabei die Anzeige der Signalbegriffe und führt respektive assistiert bei Überwachungsfunktionen, wie beispielsweise der Überwachung des Lampenstroms im Signalstromkreis.

[0020] Jede dezentrale Funktionseinheit DFE respektive die von ihr gesteuerte/überwachte Einheit verfügt im gesamten Netzwerk über eine eindeutige Adresse, beispielsweise eine IP-Adresse oder eine MAC-Adresse.

[0021] Die Einrichtung E umfasst weiter ein Datentransportnetzwerk TN mit einer Anzahl von Netzzugangspunkten 2 bis 16. An einem Teil dieser Netzzugangspunkte 6 bis 16 sind Kommunikationseinheiten 18 bis 28 angeschlossen. Das Datentransportnetzwerk TN ist hierbei als hochverfügbares Netzwerk ausgestaltet. Solche hochverfügbaren Strukturen können sich einerseits durch eine redundante Ausführung des Netzes selbst und/oder andererseits durch eine geschickte Reorganisation des Netzes beim Ausfall eines Verbindungsstückes ergeben.

[0022] Ausserdem umfasst die Einrichtung E ein übergeordnetes Steuerungssystem 30, das neben anderen hier nicht weiter aufgeführten Komponenten eine Leitstelle LT und eine Service/Diagnose-Einheit SD umfasst, die über die Netzzugangspunkte 2 und 4 mittels Ethernet-Verbindungen an das Datentransportnetzwerk TN angeschlossen sind.

[0023] Wie in der Figur 1 gezeigt, müssen die dezentralen Funktionseinheiten DFE über eine der Kommunikationsgruppen 18 bis 28 und den entsprechende Netzknoten 6 bis 16 an dem Transportnetzwerk TN angekoppelt sein und können so über dieses Datentelegramme erhalten oder austauschen. Die dezentralen Funktionseinheiten DFE sind dabei zu Untergruppen a, b, c, d und e mit jeweils eigenem Subnetzwerk NA, NB, NC, ND und NE zusammengefasst. Die Untergruppe a wird beispielsweise aus den dezentralen Funktionseinheiten DFE1A, DFE2A, DFE3A bis DFE_nA gebildet. Dabei sind die Untergruppen a bis e immer an ihren beiden Enden mit je einer der Kommunikationsgruppen 18 bis 28 und einem Netzzugangspunkten 6 bis 16 verbunden. Jeder dezentralen Funktionseinheit DFE ist zudem ein Vermittlungsrechner SU oder SCU, der alternativ auch direkt in die dezentrale Funktionseinheit DFE integriert sein kann, vorgeschaltet, welcher für die dezentralen Funktionseinheiten DFE den Anschluss an das Subnetzwerk bereitstellt, damit jede dezentrale Funktionseinheit

DFE beim Ausfall einer Kommunikationsgruppe noch von einer zweiten redundanten Kommunikationsgruppe 18 bis 28 angesprochen werden kann.

[0024] Jedes Subnetzwerk (NA bis NE) ist somit aus einer Anzahl von Punkt-zu-Punkt-Verbindungen von logisch benachbarten dezentralen Funktionseinheiten (DFE) aufgebaut. Dabei ist eine Punkt-zu-Punkt-Verbindung als autonome Übertragungsstrecke innerhalb des Subnetzwerks ausgebildet, zum Beispiel als ISDN-Übertragungsstrecke oder als xDSL-Übertragungsstrecke oder LWL-Übertragungsstrecke. Somit kann ein einzelnes Subnetzwerk sozusagen aus einzelnen Übertragungszellen aufgebaut werden, die ihrerseits jeweils immer nur die Übertragung von Punkt zu Punkt beherrschen müssen. Mit anderen Worten gesprochen können so beispielsweise aus einfachen, eher kurzreichweitigen Übertragungstechniken auch ein viel längeres und komplexeres Subnetzwerk zusammengesetzt werden. Aus diesem Grund ist es zweckmässig, die Punkt-zu-Punkt-Verbindung an jedem Ende mit einem Vermittlungsmodul (SU) zu terminieren, wodurch sich sogar die Chance ergibt, die Punkt-zu-Punkt-Übertragungstechnik von Zelle zu Zelle zu ändern und so die jeweils geeignetste Übertragungstechnik auswählen zu können. Ein geeignetes Vermittlungsmodul (SU) kann hierzu so ausgestaltet sein, dass es eine Anzahl von Punkt-zu-Punkt-Übertragungstechniken bereitstellt und in Abhängigkeit von der Beschaltung selbstorganisierend die durch die Beschaltung bestimmte Punkt-zu-Punkt-Übertragungstechnik bereitstellt.

[0025] Um den Performance-Anforderungen zu genügen und mit einfachen Übertragungsmitteln, wie z.B. ISDN, xDSL, SHDSL, arbeiten zu können, können die Telegramme innerhalb der Subnetzwerke a bis e unterschieden werden in Realtime und Nichtrealtime-Telegramme:

- Realtime Telegramme: Nutzdantentelegramme vom Stellwerk zu den DFE's als spezielle TCP/IP-Telegramme, spezieller Ethernet-Frametyp;
- Nicht-Realtime Telegramme: normale TCP/IP-Telegramme, keine Nutzdantentelegramme.

[0026] Anders als im Stand der Technik sind die dezentralen Funktionseinheit DFE hier vorliegend logisch nach dem Spurplanprinzip gekoppelt. Das Spurplanprinzip - wie schon weiter im einleitenden Teil diskutiert - bewirkt, dass jede dezentrale Funktionseinheit mit ihren nächsten für den Aufbau einer Fahrstrasse erforderlichen Nachbarn logisch verbunden ist. Da die dezentralen Funktionseinheiten DFE hier nun auch Verschlussfunktionen wahrnehmen, ist es ausreichend, wenn beim Aufbau einer Fahrstrasse der Verschluss der von der jeweiligen dezentralen Funktionseinheit gesteuerten verkehrsüberwachenden und/oder verkehrssteuernden Einheiten gemäss dem Weg des Spurplans weitergemeldet wird. Mit anderen Worten heisst dies, dass beispielsweise eine Weiche 2 erst dann stellwerkmässig ver-

schlossen werden kann, wenn beispielsweise die im Spurplan zuvor angeordnete Weiche 1 stellwerkmässig verschlossen worden ist. Stellwerkmässig verschlossen heisst hierbei, dass die Lage der Weiche eingefroren wird und es damit unmöglich wird, dass die stellwerkmässig verschlossene Weiche einer anderen Fahrstrasse zur Verfügung gestellt werden kann. Erst nach einer erfolgten Befahrung der Fahrstrasse bzw. durch einen absichtlichen Eingriff des Fahrdienstleiters aus dem Leitsystem LT heraus kann die Einstellung einer Fahrstrasse aufgehoben und der Verschluss der verkehrsüberwachenden und/oder verkehrssteuernden Einheiten gemäss der logischen Anordnung für diese Fahrstrasse im Spurplan beginnend am Anfang der befahrenen/betroffenen Fahrstrasse aufgehoben werden kann.

[0027] Beispielhaft für die logische Verknüpfung von dezentralen Funktionseinheiten DFE gemäss dem Spurplan ist eine gestrichelte Linie L eingezeichnet, die die dezentralen Funktionseinheiten DFE1D und DFE3C verbindet. Gemäss der Pfeilrichtung der gestrichelten Linie L muss also erst der Verschluss von dezentralen Funktionseinheit DFE3C an die dezentrale Funktionseinheit DFE1D gemeldet werden, bevor letztere ebenfalls die von ihr gesteuerte verkehrsüberwachende und verkehrssteuernde Einheit verschliesst.

[0028] Figur 2 zeigt nun in schematischer Weise eine beispielhafte Topologie für die Einrichtung E mit einem dezentralen virtuellen Stellwerk. Der Ausdruck "virtuell" wird hier bewusst verwendet, weil die eigentliche Stellwerkinnenanlage nicht mehr existend ist. Die Sicherungsfunktionalität, die nach wie vor auch in dieser Einrichtung E wahrgenommen wird, ist nun dezentral auf die dezentralen Funktionseinheiten, hier vereinfachend eingezeichnet als Controller C1 bis C4, verteilt und gemäss Spurplanprinzip logisch verschaltet.

[0029] Bei der Projektierung wird nun jedem Controller C1 bis C4 seine im Spurplan benachbarten Controller C1 bis C4 mitgeteilt, z.B. in Form einer IP-Adresse oder einer Mac-Adresse. Einige Controller C1 bis C4 müssen noch zusätzliche Aufgaben übernehmen, deren Verteilung durch die Projektierung festgelegt werden kann. So übernehmen die beiden Controller C2 und C4 die Kommunikation zu einem Nachbarstellwerk STW (virtuell oder zentral mit Innenanlage vorhanden). Diese Kommunikation könnte aber auch über das Datennetzwerk NT zu dem Nachbarstellwerk geroutet werden.

[0030] Die eigentliche Gleistopologie umfasst drei Gleisabschnitte G1 bis G3 sowie eine Weiche W1 mit einem Weichenantrieb WA1 und drei Lichtsignalen S1, S2 und S4. Die Controller C1 bis C4 verwalten hier auch die Verschlüsse und die Gleisfreimeldung GF für die ihnen jeweils zugeordneten Gleisabschnitte G1 bis G3. Das übergeordnete Steuerungssystem 30 ist hier in Form einer Cloud dargestellt, in der die Funktionalität des dispositiven Leitsystems LT und der Service/Diagnose-Einheit SD ausgeführt werden.

[0031] Nachfolgend wird ein Beispielablauf für die Einstellung einer Fahrstrasse erläutert; die einzustellende

Fahrstrasse umfasst dabei die Gleisabschnitte G1 und G2.

[0032] Die Fahrstrasseneinstellung beginnt mit einer Anforderung der Fahrstrasse seitens des dispositiven Leitsystems LT. Es soll also über das Signal S1 und die Weiche W1 aus dem Gleisabschnitt G1 in den Gleisabschnitt G2 gefahren werden. Der Controller C1 erhält nun diese Anforderung direkt von dem Leitsystem LT. Der Controller C1 leitet dieses Kommando an den Weichencontroller C3 weiter. Der Weichencontroller C3 prüft mit der Gleisfreimeldung GF, wie z.B. ein Achszähler-Controller, Gleisstromkreis-Controller, ob die Weiche W1 frei ist. Bei Vorliegen dieser Gleisfreimeldung steuert der Weichencontroller C3 die Weiche W1 durch Ansteuern des Weichenantriebs WA1 nach links um und setzt nach Quittierung der richtigen Weichenendlage (z.B. durch ein Weichenzungenkontrollgestänge) einen Verschluss für die Weiche W1. Anschliessend leitet der Weichencontroller C3 das ursprünglich eingegangene Kommando zur Fahrstrasseneinstellung an den Controller C2 weiter. Der Controller C2 prüft nun, ob für den von ihm überwachten Gleisabschnitt G2 die Meldung, dass das Gleis G2 frei ist (Gleisfreimeldung GF = FREI), vorliegt. Ausserdem kommuniziert der Controller C2 diese Fahrstrassenanforderung an das Nachbarstellwerk STW, weil natürlich aus dem Gleisabschnitt G2 dann in einen von dem Nachbarstellwerk kontrollierten Gleisabschnitt eingefahren werden wird. Der Controller C2 leitet nun die Information, dass die Prüfungen für den von ihm kontrollierten Gleisabschnitt G2 erfolgreich abgeschlossen sind, an den Controller C3 weiter. Der Controller C3 wiederum leitet diese Information an den ihm im Spurplan vorgeschalteten Controller C1 weiter. Zu diesem Zeitpunkt sind nun sowohl die Weiche 1 als auch das Signal S2 in der entsprechenden Einstellung verriegelt (verschlossen). Der Controller C1 schaltet nun die grüne Signallampe des Signals S1 ein und verschliesst diese Einstellung. Damit kann der Controller C1 nun an das Leitsystem melden, dass die angeforderte Fahrstrasse nun eingestellt und stellwerkmässig verschlossen ist. Ein Zug/Schienenfahrzeug kann diese Fahrstrasse nun gefahrlos abfahren, was auch im Leitsystem LT auf den Lupenbildern des Fahrdienstleiters entsprechend angezeigt wird.

[0033] Der Aufbau der Fahrstrasse erfolgt daher auch bei dieser Einrichtung E nach den regulären Regeln (z. B. gemäss Fahrreglement des BAV/EBA) und den dort festgeschriebenen Regeln des Spurplanprinzips. Ein besonderer Vorteil dieser Lösung besteht nun darin, dass im Falle von Ausfällen in der Regel dann nur die betroffene dezentrale Funktionseinheit ausfällt und nicht wie heute leider meist in einem Störfall das gesamte Stellwerk. Zudem ist die Prozessinformation über den Verschlussstatus von einzelnen dezentralen Funktionseinheiten direkt in der Aussenanlage verfügbar, sodass zum Beispiel auch die Anschlussmöglichkeit für eine Rotenwarnanlage besteht. Durch einen konsequenten Aufbau der Netztopologie nach dem vorstehenden Muster kann auch das Leitsystem LT als echte Cloud-Lösung

ausgeführt werden. Für Diagnosen können an jedem dezentralen Funktionselement Netzwerkanlüsse zur Verfügung gestellt werden. Ebenso werden Fern Diagnosen erleichtert und der Zugriffsschutz kann verbessert werden. So können beispielsweise sicherheitsrelevante Diagnosefunktionen nur lokal zur Verfügung gestellt werden.

10 Patentansprüche

1. Einrichtung (E) zum Steuern und/oder Überwachen von in einem Schienenverkehrsnetzwerk angeordneten dezentralen Funktionseinheiten (DFE, EC, C1 bis C4), umfassend:

- a) ein übergeordnetes Steuerungssystem (30), das mit den dezentralen Funktionseinheiten (DFE, EC, C1 bis C4) mittels Datentelegrammen (DT) Informationen austauscht,
- b) ein Datentransportnetzwerk (TN) mit einer Anzahl von Netzzugangspunkten (2 bis 16), wobei das übergeordnete Steuerungssystem (30) über mindestens einen Netzzugangspunkt (2, 4) an dem Datentransportnetzwerk (TN) angekoppelt ist;
- c) Kommunikationseinheiten (18 bis 28), die an einem Netzzugangspunkt (6 bis 16) angeschlossen sind und den dezentralen Funktionseinheiten (DFE, EC, C1 bis C4) den Zugang zu dem Datentransportnetzwerk (TN) bereitstellen, und
- d) die dezentralen Funktionseinheiten (DFE, EC, C1 bis C4) selbsttätig Steuerungs-, Überwachungs- und Verschlussfunktionen ausführen und/verwalten sowie gemäss einem Spurplanprinzip mit der jeweils gemäss dem Spurplanprinzip nächst benachbarten dezentralen Funktionseinheit (DFE, EC, C1 bis C4) logisch verbunden sind und mit diesen Daten zur Ausführung der Steuerungs- und/oder Überwachungs- und/oder Verschlussfunktionen direkt austauschen.

2. Einrichtung (E) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die dezentralen Funktionseinheiten (DFE, EC, C1 bis C4) verkehrsüberwachende und verkehrssteuernde Einheiten, wie insbesondere Signale (S), Weichen (W1), Achszähler, Gleisstromkreise, punkt- und linienförmige Zugbeeinflussungselemente, steuern und/oder überwachen.

3. Einrichtung (E) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das übergeordnete Steuerungssystem ein Stellwerk und/oder ein Leitsystem (LT) umfasst.

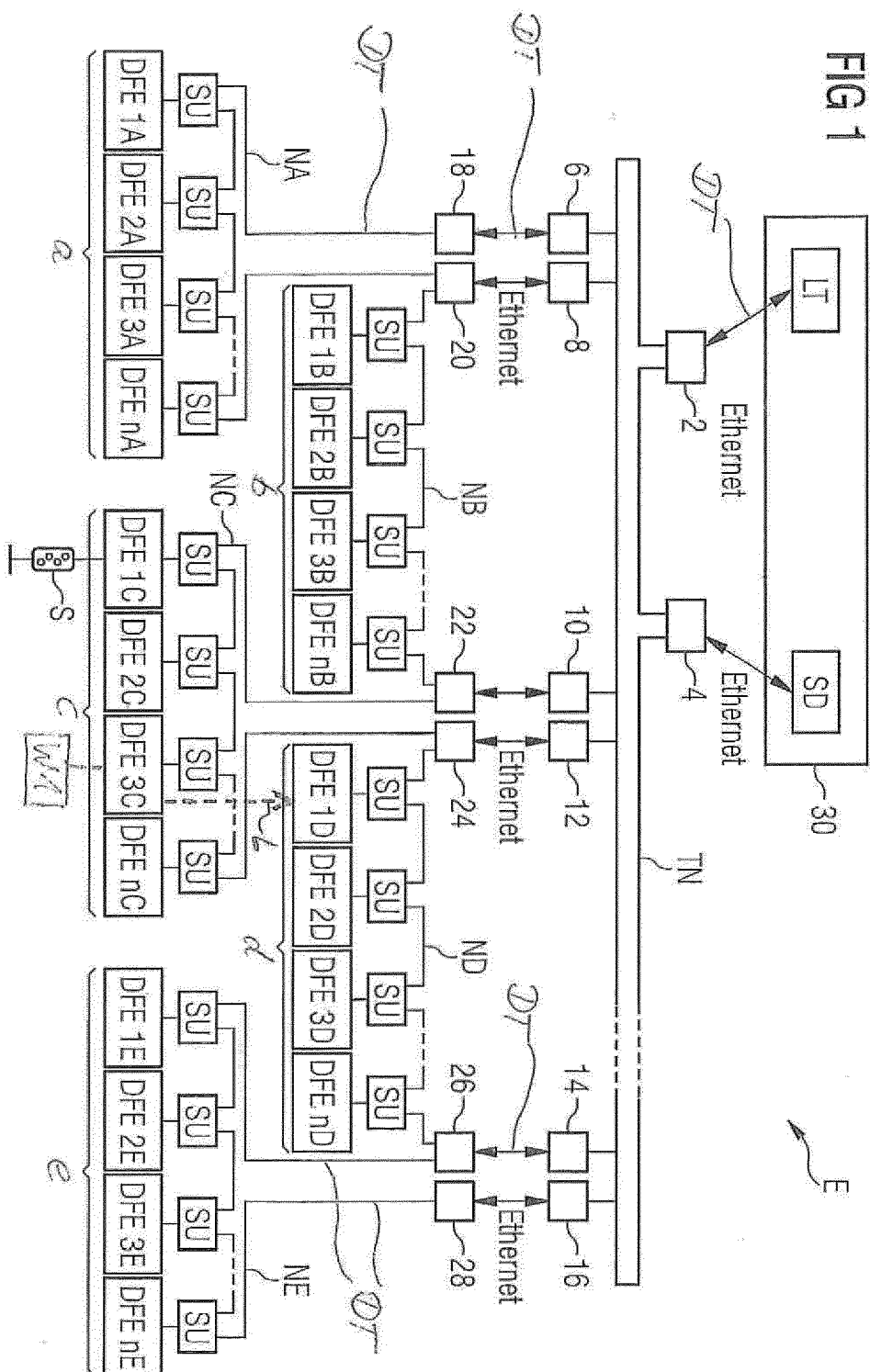
4. Verfahren zum Steuern und/oder Überwachen von in einem Schienenverkehrsnetzwerk angeordneten dezentralen Funktionseinheiten (DFE, EC, C1 bis C4), umfassend die Schritte:

a) Bereitstellen eines übergeordnete Steuerungssystems (30), das mit den dezentralen Funktionseinheiten (DFE, EC, C1 bis C4) mittels Datentelegrammen (DT) Informationen austauscht, 5
10
b) Bereitstellen eines Datentransportnetzwerks (TN) mit einer Anzahl von Netzzugangspunkten (2 bis 16), wobei das übergeordnete Steuerungssystem (30) über mindestens einen Netzzugangspunkt (2, 4) an dem Datentransportnetzwerk (TN) angekoppelt ist; 15
c) Bereitstellen von Kommunikationseinheiten (18 bis 28), die an einem Netzzugangspunkt (6 bis 16) angeschlossen sind und den dezentralen Funktionseinheiten (DFE, EC, C1 bis C4) den Zugang zu dem Datentransportnetzwerk (TN) ermöglichen, und 20
d) selbstätiges Ausführen von Steuerungs-, Überwachungs- und Verschlussfunktionen sowie ggfs. das Verwalten dieser Funktionen durch die dezentralen Funktionseinheiten (DFE, EC, C1 bis C4), wobei die dezentralen Funktionseinheiten (DFE, EC, C1 bis C4) gemäß einem Spurplanprinzip mit dem jeweils gemäß dem Spurplanprinzip nächst benachbarten dezentralen Funktionseinheit (DFE, EC, C1 bis C4) logisch verbunden sind und mit diesen Daten zur Ausführung der Steuerungs- und/oder Überwachungs- und/oder Verschlussfunktionen direkt austauschen. 25
30
35

5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die dezentralen Funktionseinheiten (DFE, EC, C1 bis C4) verkehrsüberwachende und verkehrssteuernde Einheiten, wie insbesondere Signale (S, S1, S2, S4), Weichen (W1), Achszähler, Gleisstromkreise, punkt- und linienförmige Zugbeeinflussungselemente, steuern und/oder überwachen. 40
45

6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das übergeordnete Steuerungssystem ein Stellwerk und/oder ein Leitsystem (LT) umfasst. 50
55

FIG 1



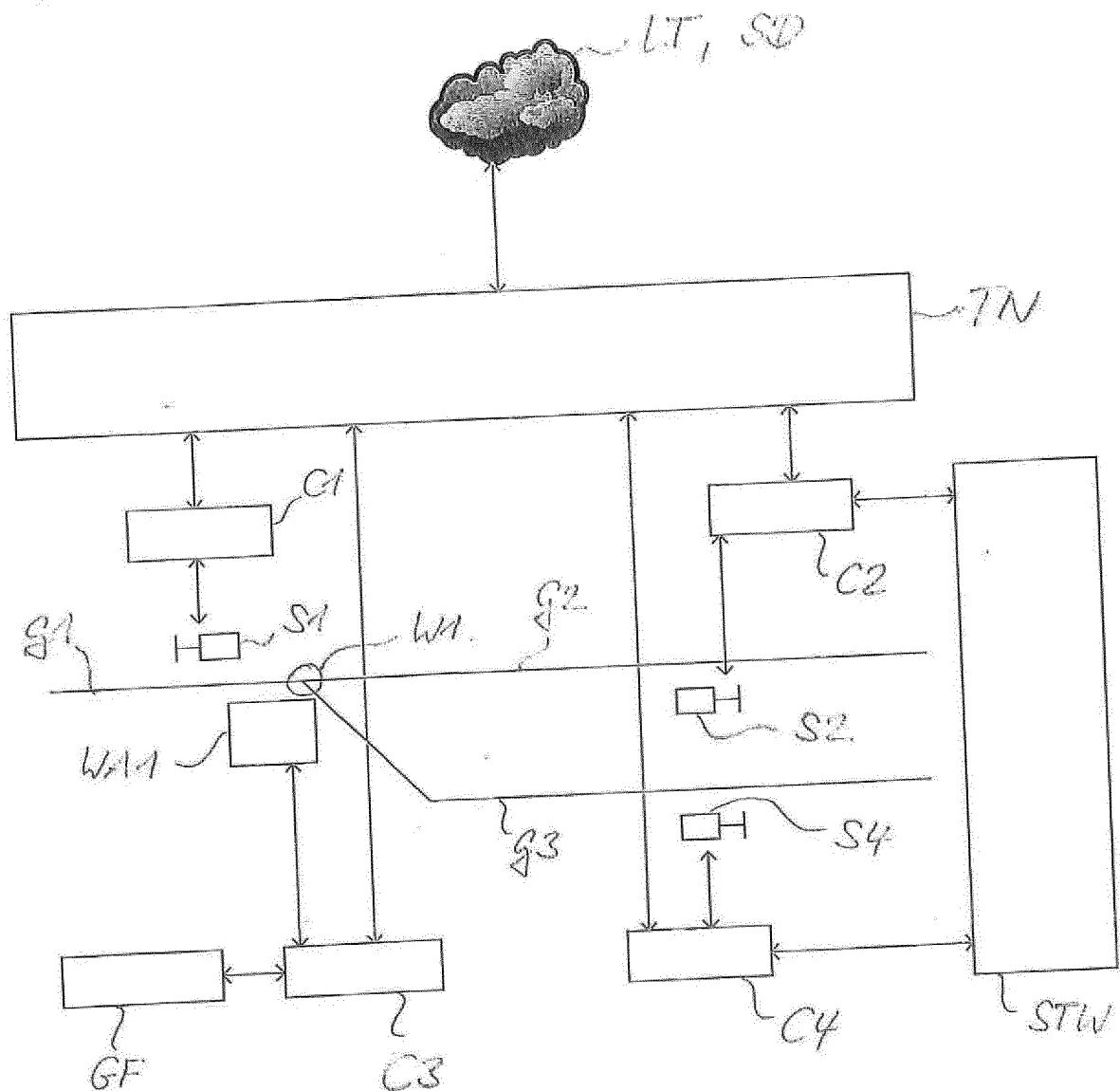


Fig. 2



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 15 19 7939

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 2009/143928 A1 (GHALY NABIL N [US]) 4. Juni 2009 (2009-06-04) * Absätze [0003], [0012], [0016], [0035], [0036], [0044], [0045], [0048], [0111] - [0128]; Abbildungen 1-14 *	1-6	INV. B61L19/06 B61L21/04 B61L27/00
Y	WO 2008/141706 A1 (SIEMENS SCHWEIZ AG [CH]; REICHLIN ANTON [CH]; WOHLGEMUTH ROLF [CH]) 27. November 2008 (2008-11-27) * Seite 5, Zeile 6 - Seite 5, Zeile 23 * * Seite 6, Zeile 13 - Seite 6, Zeile 28 * * Seite 7, Zeile 34 - Seite 13, Zeile 36 * * Abbildungen 1-3 *	1-6	
Y	DE 10 2012 202046 A1 (SIEMENS AG [DE]) 14. August 2013 (2013-08-14) * Absätze [0001], [0004], [0005], [0007], [0036] - [0048]; Abbildung *	1-6	
A	EP 2 868 547 A1 (SIEMENS SCHWEIZ AG [CH]) 6. Mai 2015 (2015-05-06) * Absätze [0030] - [0041], [0049] - [0059]; Abbildungen 1,2 *	1-6	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) B61L
A	EP 2 835 303 A1 (ALSTOM TRANSP TECH [FR]) 11. Februar 2015 (2015-02-11) * Absätze [0011], [0012], [0015], [0019] - [0043], [0057] - [0078]; Abbildungen 1-8 *	1-6	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 27. Mai 2016	Prüfer Massalski, Matthias
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)



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
 EP 15 19 7939

5

10

15

20

25

30

35

40

45

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	GUENZEL T ET AL: "DEZENTRALE BETRIEBSSTEUERUNG UND BETRIEBSLEITTECHNIK FUER STADTBAHNEN", SIGNAL + DRAHT, DVV, Bd. 85, Nr. 1 / 02, 1. Januar 1993 (1993-01-01), Seiten 41-45, XP000356407, ISSN: 0037-4997 * Seite 42, Absatz 3 - Seite 44, Absatz 5; Abbildung 2 * -----	1-6	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 27. Mai 2016	Prüfer Massalski, Matthias
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

 1
 EPO FORM 1503 03 82 (P04C03)

50

55

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

EP 15 19 7939

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

27-05-2016

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
	US 2009143928	A1	04-06-2009	US 2009143928	A1	04-06-2009
				US 2012217350	A1	30-08-2012
				US 2014138494	A1	22-05-2014
15				WO 2009073149	A1	11-06-2009

	WO 2008141706	A1	27-11-2008	EA 200971094	A1	30-04-2010
				EP 1995916	A1	26-11-2008
				EP 2301202	A1	30-03-2011
20				WO 2008141706	A1	27-11-2008

	DE 102012202046	A1	14-08-2013	DE 102012202046	A1	14-08-2013
				EP 2790994	A2	22-10-2014
				WO 2013117398	A2	15-08-2013

25	EP 2868547	A1	06-05-2015	KEINE		

	EP 2835303	A1	11-02-2015	EP 2835303	A1	11-02-2015
				FR 3009533	A1	13-02-2015

30						
35						
40						
45						
50						
55						

EPO FORM P0461

EPO FORM P0461

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