

(19)



(11)

EP 3 577 006 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
27.01.2021 Patentblatt 2021/04

(51) Int Cl.:
B61L 25/02^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **18710383.3**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2018/055043

(22) Anmeldetag: **01.03.2018**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2018/177677 (04.10.2018 Gazette 2018/40)

(54) **VORRICHTUNG ZUR BESTIMMUNG ZUMINDEST EINES AUF EINEN ORT UND/ODER ZUMINDEST EINE BEWEGUNGSGRÖSSE EINES SPURGEBUNDENEN FAHRZEUGS BEZOGENEN MESSWERTES SOWIE VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINER SOLCHEN VORRICHTUNG**

DEVICE FOR DETERMINING AT LEAST ONE MEASUREMENT VALUE RELATED TO A LOCATION AND/OR AT LEAST ONE MOVEMENT VARIABLE OF A TRACK-BOUND VEHICLE, AND METHOD FOR OPERATING SUCH A DEVICE

DISPOSITIF POUR LA DÉTERMINATION D'AU MOINS UNE VALEUR DE MESURE LIÉE À UN LIEU ET/OU À AU MOINS UNE GRANDEUR DE MOUVEMENT D'UN VÉHICULE GUIDÉ AINSI QUE PROCÉDÉ POUR FAIRE FONCTIONNER UN TEL DISPOSITIF

(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

(30) Priorität: **30.03.2017 DE 102017205456**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
11.12.2019 Patentblatt 2019/50

(73) Patentinhaber: **Siemens Mobility GmbH**
81739 München (DE)

(72) Erfinder: **PÖSEL, Bernhard**
38154 Königslutter (DE)

(74) Vertreter: **Deffner, Rolf**
Siemens Mobility GmbH
Postfach 22 16 34
80506 München (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A1- 1 418 109 EP-A2- 0 881 136
WO-A1-2005/095174 WO-A1-2013/135533
DE-A1-102005 046 456

EP 3 577 006 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Bestimmung zumindest eines auf einen Ort und/oder zumindest eine Bewegungsgröße eines spurgebundenen Fahrzeugs bezogenen Messwertes.

[0002] Moderne Zugsicherungs- beziehungsweise Zugbeeinflussungssysteme benötigen genaue Informationen in Bezug auf den aktuellen Ort und/oder in Bezug auf aktuelle Bewegungsgrößen des jeweiligen spurgebundenen Fahrzeugs, etwa in Form von Informationen zu einer von dem Fahrzeug zurückgelegten Wegstrecke und einer aktuellen Geschwindigkeit. Zur Bestimmung und Bereitstellung dieser Informationen werden üblicherweise unterschiedliche diversitäre Sensoren verwendet. Bei entsprechenden Sensoren kann es sich beispielsweise um Wegimpulsgeber, Beschleunigungssensoren, Radarsysteme, Balissensysteme oder auch satellitengestützte Sensoren beziehungsweise Ortungssysteme, etwa auf der Basis von GPS (Global Positioning System), handeln. Durch eine Zusammenführung der Daten der verschiedenen Sensoren werden hierbei auch als Odometriedaten bezeichnete Daten ermittelt, die üblicherweise neben den jeweiligen Weg- und Geschwindigkeitswerten zugehörige Vertrauensintervalle umfassen. Diese stellen ein Maß für die Genauigkeit beziehungsweise Ungenauigkeit des jeweiligen Messwerts dar, wobei eine größere Unsicherheit bei der Bestimmung der jeweiligen Messgröße beziehungsweise des jeweiligen Messwertes ein größeres Vertrauensintervall zur Folge hat.

[0003] In der Praxis kann sich die Situation ergeben, dass die Leistungsfähigkeit eines Zugsicherungssystems, welches die entsprechenden Messwerte zur Steuerung beziehungsweise Sicherung des jeweiligen spurgebundenen Fahrzeugs verwendet, aufgrund der durch das Vertrauensintervall ausgedrückten Unsicherheit in Bezug auf den jeweiligen Messwert eingeschränkt ist. Dies kann insbesondere dazu führen, dass eine Reduzierung der Geschwindigkeit des jeweiligen spurgebundenen Fahrzeugs (oder auch anderer in dem System verkehrender spurgebundener Fahrzeuge) erforderlich ist oder vor Gefahrenpunkten vergrößerte Sicherheitsabstände einzuhalten sind.

[0004] Das Dokument DE 10 2005 046456 A beschreibt ein Verfahren zur Bestimmung des Orts und/oder einer Bewegungsgröße von sich bewegenden Objekten, insbesondere von sich bewegenden spurgebundenen Fahrzeugen, wobei mindestens ein Vorverarbeitungsrechner vorgesehen ist. Um eine hohe Genauigkeit sicherzustellen, werden mindestens drei Sensoren verwendet, die Sensordaten ermitteln und an Prozesse von Vorverarbeitungsrechnern übergeben. Jeder Prozess berechnet einen Differenzfaktor aus den Sensordaten von je zwei Sensoren. Die Prozesse tauschen die Differenzfaktoren untereinander aus und die Sensorgüte für jeden Sensor wird ermittelt.

[0005] Gemäß der internationalen Norm IEC 61508 beziehungsweise spezifisch für den Bahnbereich gemäß

der europäischen Norm EN 50129 werden für Sicherheitsfunktionen vier Sicherheits-Integritätslevel (SIL) beziehungsweise Sicherheitsanforderungsstufen unterschieden. Hierbei stellt der Sicherheits-Integritätslevel 4 die höchste und der Sicherheits-Integritätslevel 1 die niedrigste Stufe der Sicherheits-Integrität dar. Der jeweilige Sicherheits-Integritätslevel beeinflusst das Vertrauensintervall eines Messwertes dahingehend, dass das Vertrauensintervall für den Fall besonders groß ist, dass seitens der jeweiligen Vorrichtung ein hoher Sicherheits-Integritätslevel zu erfüllen beziehungsweise bereitzustellen ist. Damit ergeben sich Einschränkungen aufgrund vergleichsweise ungenauer Messwerte und des damit verbundenen vergleichsweise großen Vertrauensintervalls insbesondere für solche Systeme, welche die höchsten Sicherheits-Integritätslevel SIL4 oder SIL3 erfüllen.

[0006] Eine Vorrichtung der eingangs genannten Art ist beispielsweise aus der deutschen Offenlegungsschrift DE 10 2005 046 456 A1 bekannt. Diese beschreibt eine Vorrichtung, bei der Sensordaten mehrerer Sensoren zusammengeführt werden und unter Berücksichtigung der jeweiligen Sensorgüte der Ort beziehungsweise die jeweilige Bewegungsgröße des spurgebundenen Fahrzeugs ermittelt wird.

[0007] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zur Bestimmung zumindest eines auf einen Ort und/oder zumindest eine Bewegungsgröße eines spurgebundenen Fahrzeugs bezogenen Messwertes anzugeben, die flexibel einsetzbar ist und zugleich betriebliche Einschränkungen aufgrund ungenauer Messwerte und damit verbundener großer Vertrauensintervalle reduziert.

[0008] Diese Aufgabe wird für eine Vorrichtung zur Bestimmung zumindest eines auf einen Ort und/oder zumindest eine Bewegungsgröße eines spurgebundenen Fahrzeugs bezogenen Messwertes erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass die Vorrichtung derart ausgebildet ist, dass ihr ein Sicherheits-Integritätslevel vorgebbar ist, und die Vorrichtung zu dem Messwert oder zu zumindest einem der Messwerte ein von dem jeweiligen vorgegebenen Sicherheits-Integritätslevel abhängiges Vertrauensintervall ermittelt.

[0009] Im Rahmen der vorliegenden Erfindung kann es sich bei der zumindest einen Bewegungsgröße insbesondere um eine von dem spurgebundenen Fahrzeug zurückgelegte Wegstrecke, eine Geschwindigkeit des spurgebundenen Fahrzeugs und/oder eine Beschleunigung des spurgebundenen Fahrzeugs handeln. Der zumindest eine Messwert kann das unmittelbare Ergebnis einer Messung sein oder auch ein aus einer oder mehreren entsprechenden Messungen abgeleiteter oder ermittelter Wert.

[0010] Die erfindungsgemäße Vorrichtung ist derart ausgebildet, dass ihr ein Sicherheits-Integritätslevel vorgebbar ist. Dies bedeutet, dass die erfindungsgemäße Vorrichtung abweichend von vorbekannten entsprechenden Vorrichtungen bei der Bestimmung von Mess-

werten des Ortes und/oder der zumindest einen Bewegungsgröße des spurgebundenen Fahrzeugs unterschiedliche Sicherheits-Integritätslevel ansetzen beziehungsweise zugrunde legen kann. Damit ist das Sicherheits-Integritätslevel nicht fest vorbestimmt, sondern flexibel vorgebar. In Abhängigkeit von dem jeweiligen vorgegebenen Sicherheits-Integritätslevel ermittelt die Vorrichtung zu dem jeweiligen Messwert ein entsprechendes Vertrauensintervall. Für den Fall, dass der Vorrichtung ein niedrigerer Sicherheits-Integritätslevel vorgegeben ist, wird von ihr somit ein kleineres Vertrauensintervall ermittelt als für den Fall, dass ihr ein höherer Sicherheits-Integritätslevel vorgegeben ist.

[0011] Die erfindungsgemäße Vorrichtung weist den Vorteil auf, dass sie nicht auf einen Sicherheits-Integritätslevel festgelegt ist. Stattdessen kann dieselbe Vorrichtung zur Realisierung unterschiedlicher Sicherheits-Integritätslevel verwendet werden. Zur Vermeidung von Missverständnissen sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass sich ein der Vorrichtung vorgegebener Sicherheits-Integritätslevel in der Regel ausschließlich auf die Ermittlung des jeweiligen Vertrauensintervalls auswirken wird. Dies bedeutet, dass eine Vorrichtung, die beispielsweise das höchste Sicherheits-Integritätslevel SIL4 erfüllen soll, hardware- sowie gegebenenfalls auch softwaretechnisch grundsätzlich derart auszuführen ist, dass dieses Sicherheits-Integritätslevel erreicht wird beziehungsweise erreicht werden kann. Dies kann beispielsweise eine Verwendung eines signaltechnisch sicheren Rechners sowie eine Entwicklung der Software gemäß den anzuwendenden Vorschriften einschließen. Auch wenn die erfindungsgemäße Vorrichtung damit dahingehend grundsätzlich beispielsweise SIL4-tauglich sein kann, zeichnet sie sich gerade dadurch aus, dass sie in Bezug auf die von ihr bereitgestellten Messgrößen in der Lage ist, die Vertrauensintervalle der Messwerte gemäß unterschiedlicher Sicherheits-Integritätslevel zu ermitteln. Dabei hängt die Größe des jeweiligen Vertrauensintervalls insbesondere von dem bei dem jeweiligen Sicherheits-Integritätslevel zugrunde gelegten Konfidenzniveau ab. So ist ein Vertrauensintervall beispielsweise bei einem Konfidenzniveau von 95% deutlich kleiner als im Falle eines Konfidenzniveaus von 99,9999%.

[0012] In der Regel wird die erfindungsgemäße Vorrichtung fahrzeugseitig angeordnet sein beziehungsweise für einen fahrzeugseitigen Einsatz vorgesehen sein. Jedoch kann die Vorrichtung in Abhängigkeit von der jeweiligen Realisierung gegebenenfalls auch streckenseitige Komponenten umfassen. Dies bedeutet insbesondere, dass die Ermittlung des von dem jeweiligen vorgegebenen Sicherheits-Integritätslevel abhängigen Vertrauensintervalls grundsätzlich sowohl fahrzeugseitig als auch streckenseitig erfolgen kann.

[0013] Es sei darauf hingewiesen, dass die erfindungsgemäße Vorrichtung vorzugsweise signaltechnisch sicher ausgeführt ist. Dies bedeutet, dass durch entsprechende - für sich genommen dem Fachmann auf dem Gebiet der Eisenbahnsignaltechnik bekannte - Maßnah-

men gewährleistet wird, dass die Vorrichtung den besonders hohen Sicherheitsanforderungen des Bahnbetriebes nach den von der jeweiligen Zulassungsbehörde maßgeblichen Vorschriften genügt. Eine entsprechende signaltechnisch sichere Ausführung wird dabei in der Regel insbesondere in Bezug auf die Vorgabe des Sicherheits-Integritätslevels sowie die Ermittlung des von dem jeweiligen vorgegebenen Sicherheits-Integritätslevel abhängigen Vertrauensintervalls zweckmäßig beziehungsweise erforderlich sein.

[0014] Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform ist die erfindungsgemäße Vorrichtung derart ausgebildet, dass ihr der Sicherheits-Integritätslevel hardwaremäßig und/oder softwaremäßig vorgebar ist. Eine hardwaremäßige Vorgabe des Sicherheits-Integritätslevels kann hierbei beispielsweise mittels einer entsprechenden, vorzugsweise signaltechnisch sicher ausgeführten Hardware-Kodierung der Vorrichtung erfolgen. Zusätzlich oder alternativ hierzu kann der Sicherheits-Integritätslevel der Vorrichtung auch softwaremäßig vorgegeben sein beziehungsweise werden, etwa in Form einer vorzugsweise signaltechnisch sicher ausgestalteten Projektierung.

[0015] Vorzugsweise kann die erfindungsgemäße Vorrichtung auch derart weitergebildet sein, dass der Sicherheits-Integritätslevel der Vorrichtung durch eine entsprechende Konfiguration, Parametrierung oder Einstellung vorgebar ist. Eine Vorgabe des Sicherheits-Integritätslevels der Vorrichtung durch eine entsprechende Konfiguration, Parametrierung oder Einstellung ist dahingehend vorteilhaft, dass hierdurch der jeweils gewünschte beziehungsweise erforderliche Sicherheits-Integritätslevel auf besonders einfache und flexible Art und Weise einstellbar ist. Dabei kann die Konfiguration, Parametrierung oder Einstellung vorteilhafterweise insbesondere softwarebasiert erfolgen. Dies kann beispielsweise mittels eines entsprechenden Konfigurationsparameters geschehen, in Abhängigkeit von dessen Wert von der Vorrichtung unterschiedliche Sicherheits-Integritätslevel verwendet beziehungsweise angesetzt werden.

[0016] Gemäß einer weiteren besonders bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung kann der Sicherheits-Integritätslevel der Vorrichtung auch durch eine kommunikationstechnisch an die Vorrichtung angebundene Steuereinrichtung vorgebar sein. Dies bietet den Vorteil, dass die betreffende Steuereinrichtung selbst den jeweiligen Sicherheits-Integritätslevel auswählen beziehungsweise festlegen kann. Vorzugsweise ist hierbei auch die kommunikationstechnische Anbindung signaltechnisch sicher ausgeführt.

[0017] Vorzugsweise kann die erfindungsgemäße Vorrichtung auch derart ausgestaltet sein, dass der Sicherheits-Integritätslevel der Vorrichtung dynamisch während des laufenden Betriebes der Vorrichtung vorgebar ist. Dies ist vorteilhaft, da eine dynamische Vorgabe des Sicherheits-Integritätslevels während des laufenden Betriebs der Vorrichtung ein flexibles Umschalten zwischen verschiedenen Sicherheits-Integritätslevel er-

möglichst. Hierdurch besteht somit insbesondere die Möglichkeit einer dynamisch dem Betrieb angepassten Vorgabe des Sicherheits-Integritätslevels und der damit jeweils verbundenen betrieblichen Einschränkungen.

[0018] Gemäß einer weiteren besonders bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist der Sicherheits-Integritätslevel der Vorrichtung anwendungsabhängig und/oder situationsabhängig vorgebar. Hierdurch wird es vorteilhafterweise beispielsweise ermöglicht, dass Anwendungen beziehungsweise Funktionen, die hohe Sicherheitsanforderungen haben, mit einem konservativen, d.h. großen, Vertrauensintervall rechnen beziehungsweise arbeiten können. Bei einer entsprechenden Funktion kann es sich beispielsweise um eine Gefahrenpunktsicherung mit Sicherheits-Integritätslevel beziehungsweise Sicherheitsanforderungsstufe SIL4 handeln. Andererseits können Anwendungen beziehungsweise Funktionen, für die ein kleineres Sicherheits-Integritätslevel ausreicht, d.h. beispielsweise ein Fahrgastwechsel beziehungsweise eine Fahrgastevakuierung, mit einem kleineren Vertrauensintervall rechnen beziehungsweise arbeiten und somit eine verbesserte, dem jeweiligen Sicherheits-Integritätslevel angepasste Genauigkeit erzielen. Dies bietet insbesondere den Vorteil, dass betriebliche Einschränkungen, etwa in Form einer Geschwindigkeitsreduzierung, aufgrund eines großen beziehungsweise zu groß angesetzten Vertrauensintervalls minimiert werden. Alternativ oder zusätzlich zur Berücksichtigung der Art der jeweiligen Anwendung kann die Vorgabe des jeweiligen Sicherheits-Integritätslevel der Vorrichtung auch in Abhängigkeit von der jeweiligen Situation erfolgen, d.h. abhängig von den jeweiligen konkreten betrieblichen Gegebenheiten.

[0019] Vorzugsweise kann die erfindungsgemäße Vorrichtung auch weitergebildet sein, den zumindest einen Messwert sowie das zu diesem ermittelte Vertrauensintervall an eine Steuereinrichtung eines Zugbeeinflussungssystems auszugeben. Hierdurch wird es vorteilhafterweise ermöglicht, dass die genannten Größen von der Steuereinrichtung des Zugbeeinflussungssystems bei der Steuerung beziehungsweise Sicherung des spurgebundenen Fahrzeugs verwendet werden.

[0020] Die Erfindung umfasst ferner ein Zugbeeinflussungssystem mit zumindest einer erfindungsgemäßen Vorrichtung beziehungsweise zumindest einer Vorrichtung gemäß einer der zuvor beschriebenen bevorzugten Weiterbildungen der erfindungsgemäßen Vorrichtung.

[0021] Die vorliegende Erfindung betrifft weiterhin ein Verfahren zum Betreiben einer Vorrichtung zur Bestimmung zumindest eines auf einen Ort und/oder zumindest eine Bewegungsgröße eines spurgebundenen Fahrzeugs bezogenen Messwertes.

[0022] Hinsichtlich des Verfahrens liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Betreiben einer Vorrichtung zur Bestimmung zumindest eines auf einen Ort und/oder zumindest eine Bewegungsgröße eines spurgebundenen Fahrzeugs bezoge-

nen Messwertes anzugeben, das besonders flexibel einsetzbar ist und zugleich betriebliche Einschränkungen aufgrund ungenauer Messwerte und damit verbundener großer Vertrauensintervalle reduziert.

[0023] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch ein Verfahren zum Betreiben einer Vorrichtung zur Bestimmung zumindest eines auf einen Ort und/oder zumindest eine Bewegungsgröße eines spurgebundenen Fahrzeugs bezogenen Messwertes, wobei der Vorrichtung ein Sicherheits-Integritätslevel vorgegeben wird und von der Vorrichtung zu dem Messwert oder zu zumindest einem der Messwerte ein von dem jeweiligen vorgegebenen Sicherheits-Integritätslevel abhängiges Vertrauensintervall ermittelt wird.

[0024] Die Vorteile des erfindungsgemäßen Verfahrens entsprechen denjenigen der erfindungsgemäßen Vorrichtung, so dass diesbezüglich auf die entsprechenden vorstehenden Ausführungen verwiesen wird. Gleiches gilt hinsichtlich der im Folgenden genannten bevorzugten Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Verfahrens in Bezug auf die jeweilige entsprechende Weiterbildung der erfindungsgemäßen Vorrichtung, so dass auch diesbezüglich auf die vorstehenden entsprechenden Erläuterungen verwiesen wird.

[0025] Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird der Vorrichtung der Sicherheits-Integritätslevel hardwaremäßig und/oder softwaremäßig vorgegeben.

[0026] Vorteilhafterweise kann das erfindungsgemäße Verfahren auch derart ausgestaltet sein, dass der Sicherheits-Integritätslevel der Vorrichtung durch eine entsprechende Konfiguration, Parametrierung oder Einstellung vorgegeben wird.

[0027] Gemäß einer weiteren besonders bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird der Sicherheits-Integritätslevel der Vorrichtung durch eine kommunikationstechnisch an die Vorrichtung angebundene Steuereinrichtung vorgegeben.

[0028] Das erfindungsgemäße Verfahren kann auch derart weitergebildet sein, dass der Sicherheits-Integritätslevel der Vorrichtung dynamisch während des laufenden Betriebes der Vorrichtung vorgegeben wird.

[0029] Entsprechend einer bevorzugten Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird der Sicherheits-Integritätslevel der Vorrichtung anwendungsabhängig und/oder situationsabhängig vorgegeben.

[0030] Vorzugsweise kann das erfindungsgemäße Verfahren auch derart ausgeprägt sein, dass der zumindest eine Messwert sowie das zu diesem ermittelte Vertrauensintervall von der Vorrichtung an eine Steuereinrichtung eines Zugbeeinflussungssystems ausgegeben werden.

[0031] Im Folgenden wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert. Hierzu zeigt die

Figur in einer schematischen Skizze ein spurgebundenen Fahrzeug mit einem Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Vorrichtung.

[0032] In der Figur ist ein spurgebundenes Fahrzeug 10 in Form eines Schienenfahrzeugs erkennbar. Alternativ hierzu könnte es sich bei dem spurgebundenen Fahrzeug 10 beispielsweise auch um ein spurgeführtes Fahrzeug mit Gummibereifung oder eine Magnetschwebbahn handeln. Das spurgebundene Fahrzeug 10 bewegt sich entlang eines Gleises beziehungsweise einer Strecke 100. Zur Steuerung und Sicherung des spurgebundenen Fahrzeugs 10 werden insbesondere in Bezug auf den jeweiligen Ort sowie die jeweilige Geschwindigkeit des spurgebundenen Fahrzeugs 10 genaue Informationen benötigt. Dabei kann der Ort beispielsweise absolut oder als Distanz beziehungsweise zurückgelegte Strecke relativ zu einem Referenzpunkt angegeben werden. Darüber hinaus kann zusätzlich oder alternativ zu den genannten Bewegungsgrößen auch die Beschleunigung des spurgebundenen Fahrzeugs als Bewegungsgröße erfasst beziehungsweise bestimmt und für die Steuerung des spurgebundenen Fahrzeugs 10 verwendet werden.

[0033] Das spurgebundene Fahrzeug 10 weist eine Vorrichtung 20 auf, die auch als Odometrie Einrichtung bezeichnet werden kann. Die Vorrichtung 20 umfasst einen Rechner beziehungsweise Odometrierechner 30, der signaltechnisch sicher ausgeführt ist. An den Rechner 30 ist ein erster Sensor 40 kommunikationstechnisch angebunden, bei dem es sich beispielsweise um einen Wegimpulsgeber oder eine Radareinrichtung handeln kann. Darüber hinaus ist der Rechner 30 auch an einen zweiten Sensor 50 kommunikationstechnisch angebunden, der beispielsweise zur satellitengestützten Positionsbestimmung beispielsweise mittels GPS dienen kann und hierzu an eine Antenne 60 angebunden ist. Alternativ oder zusätzlich zu den beispielhaft genannten Sensoren 40 und 50 könnte die Vorrichtung 20 auch beliebige andere, für sich bekannte Sensoren umfassen.

[0034] Entsprechend der Darstellung der Figur ist der Rechner 30 der Vorrichtung 20 weiterhin an eine Speichereinrichtung 70 angebunden. Diese umfasst für einen Betrieb der Vorrichtung 20 erforderliche Daten und Softwareprogramme, d.h. beispielsweise Steuerungssoftware, einen elektronischen Streckenatlas und/oder Konfigurationsparameter. In diesem Zusammenhang sei nachdrücklich darauf hingewiesen, dass die Figur lediglich eine schematische Darstellung zeigt. Dies bedeutet, dass weitere für sich bekannte Komponenten aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht gezeigt sind und die Vorrichtung 20 auch anders aufgebaut sein kann. So kann beispielsweise die Speichereinrichtung 70 alternativ aus mehreren getrennten Speichereinrichtungen bestehen. Darüber hinaus können der Rechner 30 sowie die Speichereinrichtung 70 selbstverständlich auch als eine gemeinsame Komponente ausgeführt sein.

[0035] Der Rechner 30 der Vorrichtung 20 ist darüber hinaus an eine Steuereinrichtung 80 eines Zugbeeinflussungs- beziehungsweise Zugsicherungssystems angebunden. Dabei kann es sich bei dem entsprechenden Zugbeeinflussungssystem um ein beliebiges für den

Nah- beziehungsweise Fernverkehr verwendetes System handeln. Beispielhaft sei genannt, dass es sich bei dem Steuereinrichtung 80 um einen Rechner beziehungsweise ein Fahrzeuggerät des europäischen Zugbeeinflussungssystems ETCS (European Train Control System) oder auch um ein Fahrzeuggerät eines im Nahverkehr verwendeten kommunikationsbasierten Zugbeeinflussungssystems (Communications-Based Train Control, CBTC) handeln kann.

[0036] Unabhängig von der Art des jeweiligen Zugbeeinflussungs- beziehungsweise Zugsicherungssystems stellt die Vorrichtung 20 beziehungsweise in dem dargestellten Ausführungsbeispiel der Rechner 30 derselben der Steuereinrichtung 80 Messwerte zur Verfügung, die sich auf einem Ort und/oder zumindest eine Bewegungsgröße des spurgebundenen Fahrzeugs 20 beziehen. Unter Berücksichtigung der seitens der Vorrichtung 20 bereitgestellten Messwerte erfolgt durch den Steuerrechner 80, gegebenenfalls in Zusammenspiel mit weiteren fahrzeugseitigen und/oder streckenseitigen Komponenten, die Steuerung sowie Sicherung des spurgebundenen Fahrzeugs 10. Dabei ist der Sicherheits-Integritätslevel beziehungsweise die Sicherheitsanforderungsstufe des Zugbeeinflussungssystems, d.h. beispielsweise SIL4, auch für den Fall sicherzustellen beziehungsweise zu garantieren, dass die von der Vorrichtung 20 bereitgestellten Messwerte beziehungsweise Daten eine vergleichsweise große Ungenauigkeit aufweisen. Um eine Berücksichtigung der jeweiligen Genauigkeit durch das Zugbeeinflussungs- beziehungsweise Zugsicherungssystem zu ermöglichen, weisen die Messwerte hierbei jeweils eine Genauigkeits- beziehungsweise Ungenauigkeitsangabe in Form eines Vertrauensintervalls auf. Dabei gibt das Vertrauensintervall die Präzision der Lageschätzung der jeweiligen Messgröße an, wobei jeweils ein Konfidenzniveau zugrunde gelegt wird. Bei einer vergleichsweise großen Ungenauigkeit der seitens der Vorrichtung 20 bereitgestellten Messwerte ergibt sich hierbei nun die Situation, dass das Vertrauensintervall entsprechend vergrößert wird, was zur Folge hat, dass die Leistungsfähigkeit des Zugbeeinflussungssystems eingeschränkt sein kann. Dies gilt insbesondere in Bezug auf eine mögliche Geschwindigkeitsreduzierung des spurgebundenen Fahrzeugs 10 beziehungsweise ein Ansetzen vergrößerter Sicherheitsabstände vor Gefahrenpunkten.

[0037] Bei vorbekannten Vorrichtungen in Form entsprechender Odometrie-Einrichtungen ist der Zusammenhang zwischen dem Sicherheits-Integritätslevel und dem jeweiligen Vertrauensintervall von bestimmten Messwerten unveränderbar bezogen auf einen festen Sicherheits-Integritätslevel definiert. Bei diesem festen Sicherheits-Integritätslevel handelt es sich häufig beziehungsweise üblicherweise um das höchste Sicherheits-Integritätslevel SIL4. Dies bedeutet, dass entsprechende Odometrie-Einrichtungen so ausgelegt werden, dass auch bei Sensorungenauigkeiten durch Anpassung des Vertrauensintervalls, das auch als "confidence interval"

bezeichnet wird, der fest vorgegebene Sicherheits-Integritätslevel eingehalten wird. Die jeweilige Vorrichtung wird somit speziell für den jeweiligen Sicherheits-Integritätslevel entwickelt, so dass die Vorrichtung für diesen Sicherheits-Integritätslevel, d.h. beispielsweise SIL2 oder SIL4, spezifisch ist.

[0038] Die Vorrichtung 20 zeichnet sich nun dadurch aus, dass ihr ein Sicherheits-Integritätslevel vorgebar ist. Dabei kann die entsprechende Vorgabe des Sicherheits-Integritätslevels hardwaremäßig oder auch softwaremäßig erfolgen, insbesondere durch eine entsprechende Konfiguration, Parametrierung oder Einstellung. So ist es beispielsweise denkbar, dass der jeweilige Sicherheits-Integritätslevel durch einen in der Speichereinrichtung 70 abgelegten Konfigurationsparameter vorgebar ist, wobei eine entsprechende Vorgabe beispielsweise durch ein entsprechendes signaltechnisch sicheres Eingeben oder Auswählen auf einem Bildschirm erfolgen kann. Zusätzlich oder alternativ hierzu ist es auch möglich, dass der Sicherheits-Integritätslevel der Vorrichtung 20 durch die kommunikationstechnisch an die Vorrichtung 20 angebundene Steuereinrichtung 80 vorgegeben beziehungsweise durch diese ausgewählt wird. Dabei kann eine entsprechende Vorgabe entweder statisch, d.h. beispielsweise einmalig vor einer Betriebsaufnahme der Vorrichtung 20, oder auch dynamisch während des laufenden Betriebs der Vorrichtung 20 sowie des spurgebundenen Fahrzeugs 10 erfolgen. Hierbei ist es beispielsweise möglich, dass der Sicherheits-Integritätslevel der Vorrichtung 20 von der Steuereinrichtung 80 in Abhängigkeit von der jeweiligen Anwendung und/oder der jeweiligen Situation vorgegeben wird.

[0039] Unabhängig davon, in welcher Form beziehungsweise auf welche Art und Weise der Vorrichtung 20 der Sicherheits-Integritätslevel vorgebar ist, ist die Vorrichtung 20 derart ausgebildet, dass sie zu dem Messwert oder zu zumindest einem der Messwerte zumindest ein von dem jeweiligen vorgegebenen Sicherheits-Integritätslevel abhängiges Vertrauensintervall ermittelt. Vorzugsweise wird hierbei jeweils für jeden der Messwerte ein entsprechendes Vertrauensintervall ermittelt.

[0040] Die Vorrichtung 20 ist somit in der Lage mit einer Mehrzahl unterschiedlicher Sicherheits-Integritätslevel zu arbeiten und zu den bestimmten Messwerten Vertrauensintervalle zu ermitteln, die von dem jeweiligen vorgegebenen Sicherheits-Integritätslevel abhängen. Die Sicherheits-Integritätslevel sind damit dahingehend skalierbar, dass bei einem hohen Sicherheits-Integritätslevel, z.B. SIL4, ein sehr konservatives Vertrauensintervall angesetzt wird, das eine vergleichsweise große Ungenauigkeit ausdrückt und zu vergleichsweise großen betrieblichen Einschränkungen führt, während bei einem kleineren Sicherheits-Integritätslevel, z.B. SIL2, ein kleineres Vertrauensintervall ermittelt wird.

[0041] Die Vorrichtung 20 beziehungsweise der Rechner 30 derselben ist ausgebildet, den zumindest einen Messwert sowie das zumindest eine zu dem Messwert

oder zu zumindest einem der Messwerte ermittelte Vertrauensintervall an die Steuereinrichtung 80 des Zugbeeinflussungssystems zu übermitteln. Hierdurch wird es der Steuereinrichtung 80 des Zugbeeinflussungssystems somit ermöglicht, den Ort und/oder die jeweilige Bewegungsgröße des spurgebundenen Fahrzeugs 10 bei der Steuerung des spurgebundenen Fahrzeugs 20 zu berücksichtigen. Dabei erlaubt die flexible Vorgabe des jeweiligen Sicherheits-Integritätslevels eine flexible Modellierung von odometrieabhängigen Funktionen in Zugbeeinflussungssystemen. Dies bedeutet, dass Funktionen mit einer hohen Sicherheitsanforderungsstufe, d.h. beispielsweise eine Gefahrenpunktsicherung, mit einem konservativen (großen) Vertrauensintervall rechnen können, während Funktionen mit kleineren Sicherheitsanforderungsstufen, d.h. z.B. ein Fahrgastwechsel oder eine Evakuierung, mit einem kleineren beziehungsweise minimierten Vertrauensintervall rechnen können. Im letzteren Fall werden somit betriebliche Einschränkungen aufgrund eines hohen Vertrauensintervalls reduziert beziehungsweise minimiert.

[0042] Durch die Vorrichtung 20 wird somit eine Odometrie-Architektur realisiert, die bezüglich des jeweils ermittelten Vertrauensintervalls flexibel beziehungsweise skalierbar ist. Hierdurch wird es insbesondere möglich, in Zugsicherungssystemen spezifisch für den jeweiligen Sicherheits-Integritätslevel odometrieabhängige Funktionen zu optimieren beziehungsweise anzupassen. So kann wie bereits erwähnt beispielsweise ein nach SIL2 eingestuftter Fahrgastwechsel mit einem kleinen Vertrauensintervall behandelt werden. Hierdurch wird der Fahrgastwechsel zuverlässig ermöglicht, da das sogenannte "stopping window" robust getroffen wird. Hingegen wäre im Falle eines Sicherheits-Integritätslevels von SIL4 ein größeres Vertrauensintervall erforderlich, wodurch das zuverlässige Treffen des "stopping windows" eingeschränkt werden kann.

[0043] Entsprechend der vorstehenden Erläuterungen im Zusammenhang mit den beschriebenen Ausführungsbeispielen ermöglichen die erfindungsgemäße Vorrichtung sowie das erfindungsgemäße Verfahren im Ergebnis eine Ausbalancierung zwischen den jeweiligen Sicherheitserfordernissen (definiert durch den jeweiligen Sicherheits-Integritätslevel) und dem jeweiligen Vertrauensintervall von bereitgestellten Messwerten (beziehungsweise dem zugehörigen Konfidenzniveau, d.h. letztendlich der zugrunde gelegten beziehungsweise erforderlichen Genauigkeit).

Patentansprüche

1. Vorrichtung (20) zur Bestimmung zumindest eines auf einen Ort und/oder zumindest eine Bewegungsgröße eines spurgebundenen Fahrzeugs (10) bezogenen Messwertes,
dadurch gekennzeichnet, dass

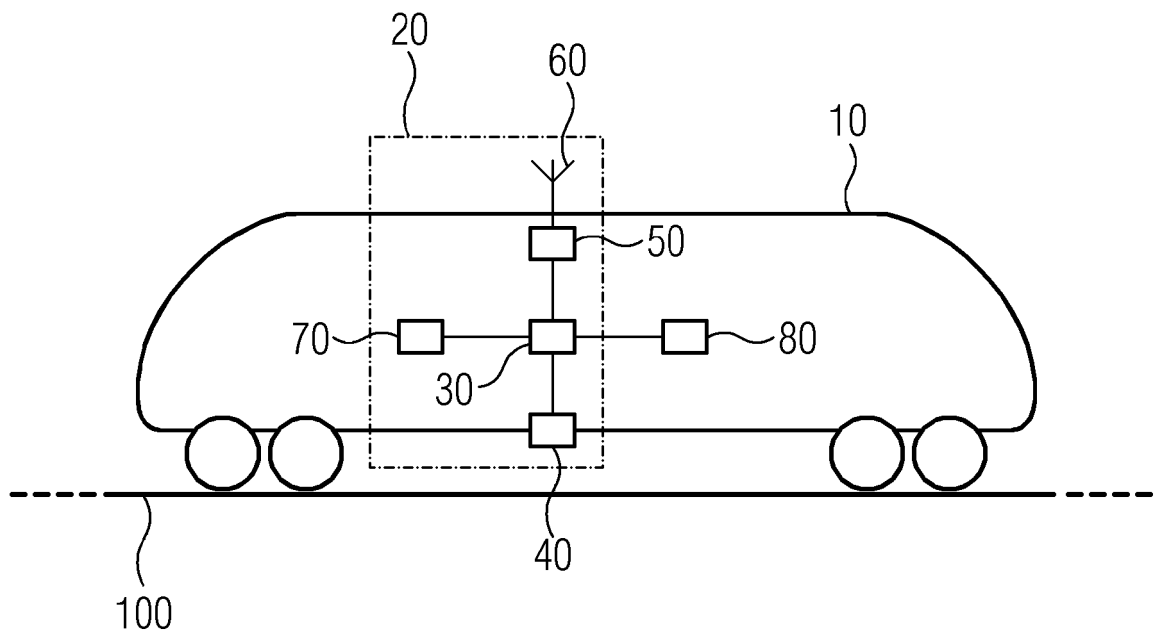
- die Vorrichtung (20) derart ausgebildet ist, dass ihr ein Sicherheits-Integritätslevel vorgebar ist, und
 - die Vorrichtung (20) zu dem Messwert oder zu zumindest einem der Messwerte ein von dem jeweiligen vorgegebenen Sicherheits-Integritätslevel abhängiges Vertrauensintervall ermittelt.
2. Vorrichtung (20) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorrichtung (20) derart ausgebildet ist, dass ihr der Sicherheits-Integritätslevel hardwaremäßig und/oder softwaremäßig vorgebar ist.
3. Vorrichtung (20) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Sicherheits-Integritätslevel der Vorrichtung (20) durch eine entsprechende Konfiguration, Parametrierung oder Einstellung vorgebar ist.
4. Vorrichtung (20) nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Sicherheits-Integritätslevel der Vorrichtung (20) durch eine kommunikationstechnisch an die Vorrichtung (20) angebundene Steuereinrichtung (80) vorgebar ist.
5. Vorrichtung (20) nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Sicherheits-Integritätslevel der Vorrichtung (20) dynamisch während des laufenden Betriebes der Vorrichtung (20) vorgebar ist.
6. Vorrichtung (20) nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Sicherheits-Integritätslevel der Vorrichtung (20) anwendungsabhängig und/oder situationsabhängig vorgebar ist.
7. Vorrichtung (20) nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorrichtung (20) ausgebildet ist, den Messwert sowie das zu diesem ermittelte Vertrauensintervall an eine Steuereinrichtung eines Zugbeeinflussungssystems auszugeben.
8. Zugbeeinflussungssystem mit zumindest einer Vorrichtung (20) nach einem der Ansprüche 1 bis 7.
9. Verfahren zum Betreiben einer Vorrichtung (20) zur Bestimmung zumindest eines auf einen Ort und/oder zumindest eine Bewegungsgröße eines spurgebundenen Fahrzeugs (10) bezogenen Messwertes, **dadurch gekennzeichnet, dass**
- der Vorrichtung (20) ein Sicherheits-Integritätslevel vorgegeben wird und
 - von der Vorrichtung (20) zu dem Messwert oder zu zumindest einem der Messwerte ein von dem jeweiligen vorgegebenen Sicherheits-Integritätslevel abhängiges Vertrauensintervall ermittelt wird.
10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Vorrichtung (20) der Sicherheits-Integritätslevel hardwaremäßig und/oder softwaremäßig vorgegeben wird.
11. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Sicherheits-Integritätslevel der Vorrichtung (20) durch eine entsprechende Konfiguration, Parametrierung oder Einstellung vorgegeben wird.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Sicherheits-Integritätslevel der Vorrichtung (20) durch eine kommunikationstechnisch an die Vorrichtung (20) angebundene Steuereinrichtung (80) vorgegeben wird.
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Sicherheits-Integritätslevel der Vorrichtung (20) dynamisch während des laufenden Betriebes der Vorrichtung (20) vorgegeben wird.
14. Verfahren nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Sicherheits-Integritätslevel der Vorrichtung (20) anwendungsabhängig und/oder situationsabhängig vorgegeben wird.
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zumindest eine Messwert sowie das zu diesem ermittelte Vertrauensintervall von der Vorrichtung (20) an eine Steuereinrichtung eines Zugbeeinflussungssystems ausgegeben werden.

Claims

1. Device (20) for determining at least one measurement value related to a location and/or at least one movement variable of a track-bound vehicle (10), **characterised in that**
- the device (20) is embodied in such a way that a safety integrity level can be specified for it, and
 - the device (20) calculates a confidence interval that is dependent on the respective specified

- safety integrity level for the measurement value or for at least one of the measurement values.
2. Device (20) according to claim 1, **characterised in that** the device (20) is embodied in such a way that the safety integrity level can be specified for it by hardware and/or software means.
 3. Device (20) according to claim 1 or 2, **characterised in that** the safety integrity level can be specified for the device (20) by means of a corresponding configuration, parameterisation or setting.
 4. Device (20) according to one of the preceding claims, **characterised in that** the safety integrity level can be specified for the device (20) by means of a control device (80) connected to the device (20) for communication purposes.
 5. Device (20) according to one of the preceding claims, **characterised in that** the safety integrity level can be specified for the device (20) dynamically during the ongoing operation of the device (20) .
 6. Device (20) according to claim 5, **characterised in that** the safety integrity level can be specified for the device (20) on an application-dependent and/or situation-dependent basis.
 7. Device (20) according to one of the preceding claims, **characterised in that** the device (20) is embodied to output the measurement value and the confidence interval calculated for the same to a control device of a train control system.
 8. Train control system having at least one device (20) according to one of claims 1 to 7.
 9. Method for operating a device (20) for determining at least one measurement value related to a location and/or at least one movement variable of a track-bound vehicle (10), **characterised in that**
 - a safety integrity level is specified for the device (20) and
 - a confidence interval dependent on the respective specified safety integrity level is calculated by the device (20) for the measurement value or for at least one of the measurement values.
 10. Method according to claim 9, **characterised in that**
 11. Method according to claim 9 or 10, **characterised in that** the safety integrity level is specified for the device (20) by means of a corresponding configuration, parameterisation or setting.
 12. Method according to one of claims 9 to 11, **characterised in that** the safety integrity level is specified for the device (20) by means of a control device (80) connected to the device (20) for communication purposes.
 13. Method according to one of claims 9 to 12, **characterised in that** the safety integrity level is specified for the device (20) dynamically during the ongoing operation of the device (20).
 14. Method according to claim 13, **characterised in that** the safety integrity level is specified for the device (20) in an application-dependent and/or situation-dependent manner.
 15. Method according to one of claims 9 to 14, **characterised in that** the at least one measurement value and the confidence interval calculated for the same are output by the device (20) to a control device of a train control system.
- Revendications**
1. Installation (20) de détermination d'au moins une valeur de mesure se rapportant à un lieu et/ou à une grandeur de déplacement d'un véhicule (10) guidé sur rail, **caractérisée en ce que**
 - l'installation (20) est constituée de manière à pouvoir lui prescrire un niveau d'intégrité de sécurité, et
 - l'installation (20) détermine, par rapport à la valeur de mesure ou par rapport à au moins l'une des valeurs de mesure, un intervalle de confiance, qui dépend du niveau d'intégrité de sécurité prescrit respectivement.
 2. Installation (20) suivant la revendication 1, **caractérisée en ce que** l'installation (20) est constituée de manière à pouvoir lui prescrire, par matériel et/ou par logiciel, le niveau d'intégrité de sécurité.

3. Installation (20) suivant la revendication 1 ou 2,
caractérisée en ce que
le niveau d'intégrité de sécurité de l'installation (20)
peut être prescrit par une configuration, un paramé-
trage ou un réglage adéquat. 5
4. Installation (20) suivant l'une des revendications pré-
cédentes,
caractérisée en ce que
le niveau d'intégrité de sécurité de l'installation (20)
peut être prescrit par un dispositif (80) de commande
rattaché à l'installation (20) en technique de commu-
nication. 10
5. Installation (20) suivant l'une des revendications pré-
cédentes,
caractérisée en ce que
le niveau d'intégrité de sécurité de l'installation (20)
peut être prescrit dynamiquement pendant le fonc-
tionnement en cours de l'installation (20). 20
6. Installation (20) suivant la revendication 5,
caractérisée en ce que
le niveau d'intégrité de sécurité de l'installation (20)
peut être prescrit en fonction de l'application et/ou
en fonction de la situation. 25
7. Installation (20) suivant l'une des revendications pré-
cédentes,
caractérisée en ce que
l'installation (20) est constituée pour donner la valeur
de mesure, ainsi que l'intervalle de confiance déter-
miné pour celle-ci, à un dispositif de commande d'un
système d'arrêt automatique des trains. 30
8. Système d'arrêt automatique des trains ayant au
moins une installation (20) suivant l'une des reven-
dications 1 à 7. 35
9. Procédé pour faire fonctionner une installation (20)
de détermination d'au moins une valeur de mesure
se rapportant à un lieu et/ou à au moins une grandeur
de déplacement d'un véhicule (10) guidé sur rail,
caractérisé en ce que
- on prescrit un niveau d'intégrité de sécurité à
l'installation (20) et
- on détermine, par l'installation (20), par rapport
à la valeur de mesure ou par rapport à au moins
l'une des valeurs de mesure, un intervalle de
confiance, qui dépend du niveau d'intégrité de
sécurité prescrit respectif. 40
45
50
10. Procédé suivant la revendication 9,
caractérisé en ce que
on prescrit, en matériel ou en logiciel, le niveau d'in-
tégrité de sécurité à l'installation (20). 55
11. Procédé suivant la revendication 9 ou 10,
caractérisé en ce que
on prescrit le niveau d'intégrité de sécurité à l'instal-
lation (20) par une configuration, un paramétrage ou
un réglage adéquat.
12. Procédé suivant l'une des revendications 9 à 11, **ca-
ractérisé en ce que**
caractérisé en ce que
on prescrit le niveau d'intégrité de sécurité à l'instal-
lation (20) par un dispositif (80) de commande rat-
taché à l'installation (20) en technique de communi-
cation.
13. Procédé suivant l'une des revendications 9 à 12,
caractérisé en ce que
on prescrit le niveau d'intégrité de sécurité à l'instal-
lation (20) dynamiquement pendant le fonctionne-
ment en cours de l'installation (20).
14. Procédé suivant la revendication 13,
caractérisé en ce que
on prescrit le niveau d'intégrité de sécurité à l'instal-
lation (20) en fonction d'une application et/ou en
fonction d'une situation.
15. Procédé suivant l'une des revendications 9 à 14,
caractérisé en ce que
on donne la au moins une valeur de mesure, ainsi
que l'intervalle de confiance déterminé par rapport
à celle-ci, par l'installation (20) à un dispositif de com-
mande d'un système d'arrêt automatique des trains.



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 102005046456 A [0004]
- DE 102005046456 A1 [0006]