



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
16.02.2022 Patentblatt 2022/07

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
B61L 15/00 (2006.01) **B61L 23/04** (2006.01)
B61L 25/02 (2006.01) **B61L 27/00** (2022.01)

(21) Anmeldenummer: **21176999.7**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
B61L 15/0027; B61L 15/0081; B61L 23/042;
B61L 25/021; B61L 27/53; B61L 27/57

(22) Anmeldetag: **31.05.2021**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(71) Anmelder: **Hamberger, Hermann**
87435 Kempten (DE)

(72) Erfinder:
• **Hamberger, Hermann**
87435 Kempten (DE)
• **Hamberger, Karl**
83620 Feldkirchen-Westerham (DE)

(30) Priorität: **15.08.2020 DE 102020121485**

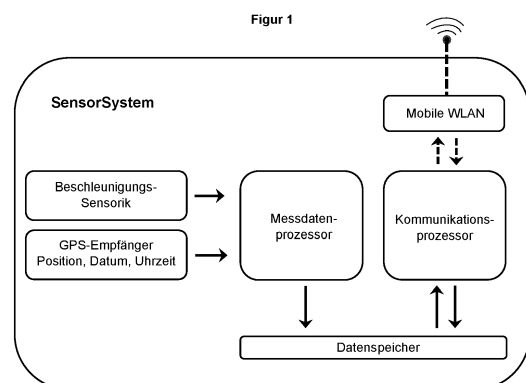
(54) **VERFAHREN ZUR FESTSTELLUNG UND BEWERTUNG VON STÖRUNGEN IM FAHRZEUG-FAHRWEG-SYSTEM INNERHALB DES EISENBAHN-REGLBETRIEBS**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Feststellung und Bewertung von Störungen im Fahrzeug-Fahrweg-System innerhalb des Eisenbahn-Regelbetriebs, wobei ein, auf allen Fahrzeugen des Regelbetriebs installiertes Mess- und Auswertesystem, unzulässige Störungen im Zusammenwirken von Fahrzeug und Fahrweg feststellt, diese auf einen Server des Bahnbetreibers überträgt, eine dort installierte AnalyseSoftware die Ursache (Mängel am Fahrzeug und/oder am Fahrweg) der Störung feststellt, und die zuständige Stelle für Instandsetzung automatisch, online über das mangelhafte Verhalten des Fahrzeugs bzw. der störenden Stelle am Fahrweg informiert.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zu entwickeln, das im laufenden Bahnbetrieb, ohne zusätzliche Messfahrzeuge, Störungen im Zusammenwirken von Fahrzeug und Fahrweg zeitnah feststellt und bewertet, dabei möglichst alle, auf das Gesamtsystem wirkende Einflüsse, berücksichtigt und, wenn erforderlich, die zuständige Instandsetzungsstelle automatisch online über den Störfall unterrichtet.

Dies wird erfindungsgemäß dadurch erreicht, dass ein, auf dem Fahrzeug installiertes Mess- und Auswertesystem die Beschleunigungen des Fahrzeugs in lateraler, vertikaler und longitudinaler Richtung, die GPS-Position, die Fahrzeuggeschwindigkeit, das Datum und die Uhrzeit mit einer vorgegebenen, wählbaren Abtastfrequenz erfasst, die Beschleunigungsüberlagerung in lateraler und vertikaler Richtung, sowie die Beschleunigungsüberlagerung im Raum, aus der gemessenen lateralen, vertikalen und longitudinalen Beschleunigung, berechnet und die gemessenen und berechneten Beschleunigungen bewertet. Im Fall, dass eine Beschleunigungs-

größe ihre vorgegebene Störschwelle (Beschleunigungsgrenzwert) überschreitet, wird der entsprechende Messdatensatz zusammen mit den berechneten Beschleunigungsüberlagerungen online, verschlüsselt auf einen Server des zuständigen Bahnbetreibers übertragen und dort automatisch analysiert, um festzustellen, ob die Ursache der Störung vom Fahrzeug oder Fahrweg ausgeht.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Feststellung und Bewertung von Störungen im Fahrzeug-Fahrweg-System innerhalb des Eisenbahn-Regelbetriebs, wobei ein, auf allen Fahrzeugen des Regelbetriebs installiertes Mess- und Auswertesystem, unzulässige Störungen im Zusammenwirken von Fahrzeug und Fahrweg feststellt, diese auf einen Server des Bahnbetreibers überträgt, eine dort installierte AnalyseSoftware die Ursache (Mängel am Fahrzeug und/oder am Fahrweg) der Störung feststellt, und die zuständige Stelle für Instandsetzung automatisch, online über das mangelhafte Verhalten des Fahrzeugs bzw. der störenden Stelle am Fahrweg informiert.

[0002] An das Gesamtsystem Fahrzeug-Fahrweg werden einerseits hohe Anforderungen bezüglich der Sicherheit und des Fahrkomforts, andererseits aber auch hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit gestellt. Neben der Beschaffung und dem Verbau von kostengünstigen, aber dennoch qualitativ hochwertigen Systemen (Fahrzeuge, Fahrwegkomponenten) ist dabei vor allem auch eine effektive Systeminstandhaltung erforderlich. Dafür sind Inspektionsverfahren nötig, die es ermöglichen, bei Einhaltung der Anforderungen an die Sicherheit und den Fahrkomfort die Gesamtkosten der Instandhaltung zu minimieren. Den Fahrweg betreffend wird bereits seit mehreren Jahrzehnten nach einem Verfahren gesucht, das die Instandhaltung sowohl in technischer als auch in wirtschaftlicher Hinsicht optimiert.

[0003] Für den Fahrweg ist vor allem die Qualität der Gleislage von Bedeutung. Nach aktuellem Stand der Technik wird diese in regelmäßigen, zeitlichen Abständen inspiziert. Dabei werden von einem Messzug die geometrischen Lageabweichungen von der Sollgeometrie des Gleises festgestellt und mit empirisch festgelegten Schwell- bzw. Grenzwerten (Geometriemaßstäbe) beurteilt, wobei Überschreitungen dieser Werte zur Planung bzw. Auslösung von Instandsetzungsmaßnahmen führen.

[0004] Bei Bahnstrecken, auf denen Hochgeschwindigkeitszüge verkehren, werden zusätzlich zu den Geometriemessungen auch Reaktionsmessfahrten nach vorgegeben, zyklischen Zeitabständen durchgeführt. Gemessen und beurteilt werden dabei die Fahrzeugbeschleunigungen im Wagenkasten und die Radkräfte, getrennt nach lateraler und vertikaler Richtung. Auch hier führen Überschreitungen von empirisch festgelegten Schwell- bzw. Grenzwerten zur Planung bzw. Einleitung von Instandsetzungsmaßnahmen.

[0005] Die aktuell angewandten Inspektionsverfahren weisen sowohl in technischer als auch in ökonomischer Hinsicht folgende Nachteile auf:

- Die empirisch festgelegten Beurteilungsmaßstäbe (Schwell-, Grenzwerte) für die Gleislagegeometrie und Fahrzeugreaktionen basieren auf Expertenwissen, sie sind jedoch physikalisch nicht bestätigt.
- Horizontale und vertikale Lagefehler werden getrennt voneinander beurteilt. Kritische Überlagerungen von Fehlern in beiden Richtungen werden dabei nicht berücksichtigt.
- Gleislageabweichungen wirken auf das Fahrzeug abhängig von ihrer Form, Länge und Amplitude. Bei der Geometriebeurteilung wird jedoch nur die Amplitude berücksichtigt.
- Die Gleiseinsenkung unter Last ist abhängig von der Gestaltung der Bahntrasse (Oberbauart, Unterbau, Brücken ...), dem Fahrzeuggewicht und der Anzahl und Anordnung der Radsätze des Fahrzeugs unterschiedlich. Sie wirkt sich in vertikaler Richtung sowohl auf die Messergebnisse bei der Geometriemessung als auch bei der Reaktionsmessung aus, bei der Beurteilung der Gleislagegeometrie und der Fahrzeugreaktionen bleibt die Gleiseinsenkung jedoch unberücksichtigt.
- In der Regel verändert sich die Gleislage in Richtung der Verschleißgrenze kontinuierlich. Aber vor allem durch Witterungseinflüsse (Hitzeperioden, Unwetter) kann sich die Gleislage auch spontan in einen unsicheren Zustand verändern. Die Inspektionsmessfahrten (Geometrie und Fahrzeugreaktionen) werden aber in regelmäßigen Zeitabständen durchgeführt. Spontane Veränderungen am Fahrweg können somit durch die aktuell angewandten Inspektionsverfahren nicht festgestellt werden.
- Der Fahrbetrieb (Geschwindigkeit, Beschleunigung und Bremsen) wirkt sich, abhängig von der Trassierung, unterschiedlich auf das Fahrzeug aus. Bei den derzeitigen Inspektionsverfahren bleiben Geschwindigkeits-, Beschleunigungs- und Bremsabschnitte entlang einer Bahnstrecke unberücksichtigt.
- Die konstruktiven Merkmale einer Bahnstrecke, die Trassierung (gerades Gleis, Gleisbögen, Übergangsbögen), sowie die Oberbauart und der Unterbau (Bodenbeschaffenheit, Brücken) wirken generell unterschiedlich auf das Fahrzeug, sie werden jedoch bei der Geometriemessung nicht berücksichtigt.
- Die Ergebnisse der Reaktionsmessfahrten beziehen sich allein auf den Messzug. Andere Fahrzeuge/Züge reagieren auf derselben Bahnstrecke aber anders als der Messzug. Das Inspektionsverfahren kann somit keine Aussage über das Fahrverhalten aller Fahrzeuge, die auf der entsprechenden Bahnstrecke verkehren, liefern.
- Bei der derzeit getrennten Durchführung der Fahrzeuginspektion und Fahrwegsinspektion werden kritische Zustände, die sich durch Überlagerung von Mängeln am Fahrzeug und am Fahrweg einstellen können, nicht erkannt, wenn die Mängel in ihrem Ausmaß, sowohl bei der vorangegangenen Fahrzeuginspektion als auch bei der letzten Fahrwegsinspektion, noch zu keiner Instandsetzungsmaßnahme führten.
- In wirtschaftlicher Hinsicht stellen die derzeitigen Inspektionsverfahren für den Fahrweg einen hohen Kostenfaktor

dar. Die Bereitstellung der Messfahrzeuge, deren Unterhaltung, die notwendigen Personale für die Vorbereitung und Durchführung der Messfahrten, und nicht zuletzt die Trassenbelegung (Behinderung des Regelbetriebs durch Belegung der Bahnstrecke wegen Messfahrt) verursachen erhebliche Kosten.

[0006] Bekannt ist ein Verfahren zur Bestimmung fahrzeugspezifischer Bewertungsfunktionen zur wirkungsbezogenen Beurteilung der Lagequalität eines Gleises, wobei die Abweichung des Gleises von seiner Soll Lage als Störgrößen gemessen und anhand der dazugehörigen berechneten Fahrzeugreaktionen bewertet werden (Patentschrift mit Aktenzeichen DE 10 2007 016 395.0).

[0007] Bei diesem Verfahren sind folgende Nachteile festzustellen:

- Die Bestimmung der fahrzeugspezifischen Bewertungsfunktionen mittels Simulationsrechnung ist sehr zeitaufwendig und lässt sich deshalb nicht für alle, sondern nur für wenige Fahrzeugbauarten durchführen.
- Die mittels Bewertungsfunktionen berechneten Fahrzeugreaktionen beschreiben den Zusammenhang zwischen Gleislage und Fahrzeugreaktion nur näherungsweise. Die Qualität der Bewertungsfunktion hängt von der Güte des, bei der Simulationsrechnung verwendeten Fahrzeugmodells und den, bei der Bestimmung der Bewertungsfunktion verwendeten Teststörgrößen (Gleislagedaten eines realen Streckenabschnitts bzw. fiktive Gleislagedaten) ab. Die Gleislage lässt sich bei diesem Verfahren deshalb nur näherungsweise beurteilen. Die Differenz zwischen den berechneten und den realen Fahrzeugreaktionen ist schwankend und in ihrer Größe nicht erfassbar.

[0008] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zu entwickeln, das im laufenden Bahnbetrieb, ohne zusätzliche Messfahrzeuge, Störungen im Zusammenwirken von Fahrzeug und Fahrweg zeitnah feststellt und bewertet, dabei möglichst alle, auf das Gesamtsystem wirkende Einflüsse, berücksichtigt und, wenn erforderlich, die zuständige Instandsetzungsstelle automatisch online über den Störfall unterrichtet.

[0009] Dies wird erfindungsgemäß dadurch erreicht, dass ein, auf dem Fahrzeug installiertes Mess- und Auswertesystem die Beschleunigungen des Fahrzeugs in lateraler, vertikaler und longitudinaler Richtung, die GPS-Position, die Fahrzeuggeschwindigkeit, das Datum und die Uhrzeit mit einer vorgegebenen, wählbaren Abtastrate erfasst, die Beschleunigungsüberlagerung in lateraler und vertikaler Richtung, sowie die Beschleunigungsüberlagerung im Raum, aus der gemessenen lateralen, vertikalen und longitudinalen Beschleunigung, berechnet und die gemessenen und berechneten Beschleunigungen bewertet. Im Fall, dass eine Beschleunigungsgröße ihre vorgegebene Störschwelle (Beschleunigungsgrenzwert) überschreitet, wird der entsprechende Messdatensatz zusammen mit den berechneten Beschleunigungsüberlagerungen online, verschlüsselt auf einen Server des zuständigen Bahnbetreibers übertragen und dort automatisch analysiert, um festzustellen, ob die Ursache der Störung vom Fahrzeug oder Fahrweg ausgeht.

[0010] Das Gesamtsystem besteht aus einem, auf den Fahrzeugen installierten SensorSystem und einer, auf einem Server installierten AnalyseSoftware, wobei die SensorSysteme mit der Analyse-Software automatisch online kommunizieren. Von einem Arbeitsplatz-PC aus lassen sich Datenbankabfragen generieren und das System konfigurieren.

[0011] Das **SensorSystem** (Figur 1) besteht aus einem Mess- und Auswertesystem, das messtechnisch die erforderlichen fahrdynamischen Größen,

- die Fahrzeugbeschleunigungen im Raum (a_x , a_y , a_z),
- die GPS-Koordinaten der aktuellen Position,
- die Fahrzeuggeschwindigkeit,
- die Fahrtrichtung,
- das aktuelle Datum und
- die aktuelle Uhrzeit

mit einer wählbaren Abtastrate erfasst, wobei Datensätze, bei denen die Fahrzeuggeschwindigkeit $v < 5 \text{ km/h}$ ($<$ Schrittgeschwindigkeit) beträgt, unberücksichtigt bleiben. Im Messdatenprozessor wird zusätzlich die sicherheitsrelevante Beschleunigungsüberlagerung a_s , die sich auf die Radkräfte auswirkt, aus der gemessenen lateralen und vertikalen Fahrzeugbeschleunigung (a_y) und (a_z), und die, für den Fahrkomfort maßgebende Beschleunigungsüberlagerung im Raum a_F aus der gemessenen lateralen (a_y), vertikalen (a_z) und longitudinalen (a_x) Fahrzeugbeschleunigung berechnet und zusammen mit den gemessenen Größen in einer Datei (M-Datei) gespeichert. Parallel dazu werden in einem eigenen asynchronen Prozess die gemessenen und berechneten Beschleunigungswerte mit einem vorgegeben Beschleunigungsgrenzwert (Störschwelle), bei dem die Beschleunigung noch nicht als Störung gewertet wird, verglichen, wobei die Störschwelle für jede Beschleunigungsgröße getrennt festgelegt werden kann. Überschreitet mindestens eine Beschleunigungsgröße ihre Störschwelle, wird der entsprechende Datensatz (gemessene und berechnete Größen) in einer separaten Datei (Ü-Datei) abgelegt. Nach einer frei wählbaren Zeitdauer (Speicher-Zeitintervall) werden die aktuell offenen Dateien geschlossen und es wird eine neue M-Datei und Ü-Datei angelegt. Die abgeschlossenen Dateien werden anschließend von einem Kommunikationsprozessor online verschlüsselt an den zuständigen Server des Bahn-

betreibers übertragen. Die Funktionsweise des SensorSystem lässt sich variabel gestalten. Die hierfür notwendigen Systemdaten befinden sich in einer Konfigurationsdatei, die im Datenspeicher des Mess- und Auswertesystems abgelegt ist. Die Datei enthält folgende Informationen:

- 5 • Die Fahrzeugnummer,
- die Fahrzeugbauart,
- den Ort der Installation des Sensorsystems auf dem Fahrzeug,
- den Dateiübertragungsmodus (nur M-Dateien, nur Ü-Dateien oder beide Dateitypen übertragen),
- das Speicher-Zeitintervall ausgedrückt in Minuten, wobei kurze Intervalle zu einer hohen Aktualität der Daten bei
- 10 der Analyse auf dem Server, aber auch zu einer höheren Belastung des Datenverkehrs führen,
- die Störschwelle für jede Beschleunigungsgröße,
- die Abtastrate des Messsystems und
- die Internetadresse des zuständigen Servers.

15 **[0012]** Die Konfigurationsdatei lässt sich von der zuständigen Stelle des Bahnbetreibers aus ändern.

[0013] Wegen der geringen Abmessungen lässt sich das SensorSystem auf dem Fahrzeug sehr flexibel platzieren (im Wagenkasten, auf der Ladefläche, am Drehgestell, am Radsatzlager, ...). Das System sollte allerdings möglichst an einer kritischen Stelle der entsprechenden Fahrzeugbauart installiert werden. In bestimmten Fällen kann es sinnvoll sein, ein zusätzliches SensorSystem anzubringen. Der Preis für ein SensorSystem wird bei Serienfertigung auf < 500

20 Euro geschätzt.

[0014] Die **AnalyseSoftware** (Figur 2), bestehend aus einem Programm, in dem vier Prozesse (Datenimport, Datenanalyse, Statistik und Datenkommunikation) voneinander unabhängig asynchron ausgeführt werden, und einer Datenbank in der die, von den SensorSystemen importierten Daten, die erforderlichen Strecken- und Fahrzeugdaten, Analysedaten, Analyseberichte und Systemkonfigurationsdaten verwaltet werden. Die AnalyseSoftware ist auf einem oder

25 mehreren Servern des zuständigen Bahnbetreibers installiert.

[0015] Im Datenimportprozess werden die Datensätze der, von den SensorSystemen empfangenen M-Dateien und Ü-Dateien der entsprechenden Bahnstrecke und Wegposition zugeordnet, in die Datenbank eingefügt.

[0016] Im Kernprozess, dem Datenanalyseprozess werden alle, von den SensorSystemen importierten Datensätze, die auf eine Überschreitung der Störschwelle hinweisen, kontinuierlich innerhalb eines wählbaren Zeitfensters ausgewertet, mit der Zielsetzung, festzustellen, ob sich bestimmte Fahrzeuge auf einer oder mehreren Bahnstrecken, oder ob sich mehrere Fahrzeuge an bestimmten Stellen einer Bahnstrecke störend verhalten, und dadurch auf Mängel am Fahrzeug und/oder am Fahrweg hinweisen. Wenn erforderlich, wird die zuständige Stelle für Instandsetzung automatisch, online über den/die Störfall/Störfälle informiert. Dabei werden in einem Bericht die Störfälle innerhalb des gewählten Zeitfenster aufgelistet und der Hinweis auf mögliche Mängel am Fahrzeug bzw. am Fahrweg begründet.

30

[0017] Das Zusammenwirken von Fahrzeug und Fahrweg hängt von vielen Einflüssen ab, fahrzeugseitig u.a. vom Aufbau des Fahrzeugs, vom Fahrzeuggewicht, der Anzahl und Anordnung der Radsätze sowie dem Fahrzeuginstandhaltungszustand, beim Fahrweg u.a. von der Oberbauart, dem Unterbau, der Trassenführung und auch hier vom Instandhaltungszustand des Fahrwegs. Alle, diese Einflüsse, führen nicht immer zu einem optimalen Zusammenwirken von Fahrzeug und Fahrweg. Ungünstige Überlagerungen der konstruktiven Einflüsse von Fahrzeug und Fahrweg können sich auf das Gesamtsystem störend auswirken.

35

[0018] Im Statistikprozess werden deshalb alle, verfügbaren Analysedaten innerhalb eines vorgegebenen Zeitfensters analysiert mit der Zielsetzung, ungünstige Überlagerungen von konstruktiven Eigenschaften bei Fahrzeugbauarten und Fahrwegkomponenten festzustellen, indem z.B. fahrzeugseitig die Merkmale,

40

- 45 - die Fahrzeugbauart,
- der Fahrzeughersteller,
- Tag der Erstzulassung,
- das Fahrzeuggewicht,
- die Drehgestell Art,
- 50 - die Federung,
- die Anzahl und Anordnung der Radsätze und bezüglich des Fahrwegs
- die Oberbauart,
- die Unterbauart,
- 55 - die Art der Trassierung,
- die zulässige Geschwindigkeit

statistisch dahingehend ausgewertet werden, kritische Überlagerungen von Fahrzeug- und Fahrwegeigenschaften auf-

zuzeigen, indem jeder möglichen Kombination aus Fahrzeug- und Fahrwegmerkmalen die Häufigkeit von Störungen zugeordnet wird. Kombinationen, die besonders häufig zu Störungen im Zusammenwirken von Fahrzeug und Fahrweg führen, werden dabei in einem Bericht, der neben den betreffenden Fahrzeug- und Fahrwegdaten eine Auflistung der entsprechenden Störfälle und deren Ursache enthält, festgehalten. Der Bericht dient als Grundlage für eine Untersuchung in der festgestellt werden soll, ob und ggf. welche konstruktiven Komponenten des Fahrzeugs bzw. des Fahrwegs zu Störungen führen.

[0019] Der Kommunikationsprozess steuert Datenaustausch mit den SensorSystemen, den zuständigen Stellen der Fahrzeug- und Fahrweginstandhaltung und den Arbeitsplatz PCs.

[0020] Die AnalyseSoftware steht per WLAN mit einem oder mehreren **Arbeitsplatz-PC** (Figur 3) in Verbindung. Von hier aus lassen sich folgende Aufgaben durchführen:

- Die Aktualisierung der Konfigurationsdateien der, zum Server des Bahnbetreibers gehörenden SensorSysteme,
- die Abfrage von Störungen im Fahrzeug-Fahrweg-System, getrennt nach Fahrzeug und Fahrweg, in Listenform,
- die Grafische Darstellung von Störungen im Fahrzeug-Fahrweg-System auf einer Netzkarte,
- die Formulierung von statistischen Auswertungen und
- die Durchführung von benutzerdefinierte Datenbankabfragen.

[0021] Die Vorteile des Verfahrens bestehen darin, dass

- unzulässige Störungen im Fahrzeug-Fahrweg-System zeitnah festgestellt werden,
- die Ursache einer Störung einem bestimmten Fahrzeug oder einer bestimmten Stelle der Bahnstrecke zugeordnet werden kann,
- auch spontan auftretende Störungen auf einer Bahnstrecke zeitnah festgestellt werden,
- die Vorort gegebenen Einflüsse auf Fahrzeug und Fahrweg, nämlich
 - der Instandhaltungszustand von Fahrzeug und Fahrweg,
 - die konstruktiven Einflüsse der unterschiedlichen Fahrzeuge,
 - die Trassenführung (gerades Gleis, Gleisbögen und Übergangsbögen),
 - die Fahrzeuggeschwindigkeit,
 - die Schieneneinsenkung unter der Last des betreffenden Fahrzeugs,
 - der Fahrbetrieb (Geschwindigkeit, Beschleunigung, Bremsen) und
 - der Einfluss der Witterung (Hitzeperiode, Unwetter) berücksichtigt werden,
- das Verfahren einen hohen Automatisierungsgrad aufweist,
- sich die Wirtschaftlichkeit bei der Instandhaltung des Fahrwegs durch eine mögliche Reduzierung, ggf. auch durch den Wegfall von Inspektionsmessfahrten verbessern lässt.

Ausführungsbeispiel

[0022] Nachfolgend wird die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels erläutert.

[0023] Angenommen, das SensorSystem (Figur1) eines Fahrzeugs ist wie folgt konfiguriert,

Fahrzeugnummer:	61 80 20-95 221-3
Fahrzeugbauart:	Bpmz
Ort der Installation des Sensorsystems:	Wagenkasten, Unterboden, Fahrzeugmitte
Dateiübertragungsmodus:	nur Ü-Datei
Speicher -Zeitintervall :	360 Minuten
Störschwelle:	2.8 m/s ² z. B. für vertikale Beschleunigung a_{zSchw}
Abtastrate:	100 ms
Internetadresse des Servers:	https://ServerA

und bei der Auswertung der Beschleunigungsgrößen wird im SensorSystem festgestellt, dass die Beschleunigung a_z (hier Teststörung genannt) die Störschwelle a_{zSchw} überschreitet, dann wird der Datensatz, bestehend aus den Messdaten und den berechneten Beschleunigungsgrößen in einer Ü-Datei gespeichert. Sobald das Speicher-Zeitintervall (hier auf 6 Stunden festgelegt) abgelaufen ist, wird die Ü-Datei geschlossen und die folgenden Überschreitungen werden in eine neue Ü-Datei geschrieben. Der Kommunikationsprozess hat nun Zugriff auf die abgeschlossene Ü-Datei und

sendet diese an die Serveradresse <https://ServerA>. Für den Fall, dass der Sendevorgang missglückt wird der Vorgang solange wiederholt, bis der Server den Empfang der Datei bestätigt.

[0024] Auf dem Server werden im Datenimportprozess die Datensätze der Ü-Datei der entsprechenden Bahnstrecke und Wegposition zugeordnet und in die Datenbank der Analysesoftware eingefügt. Im Analyseprozess werden alle gespeicherten Störungen innerhalb eines gewählten Zeitfensters kontinuierlich ausgewertet, wobei festgestellt wird, dass sich nur das, in diesem Beispiel verwendete Fahrzeug (61 80 20-95 221-3), an mehreren Stellen auf verschiedenen Bahnstrecken störend verhält, andere Fahrzeuge dagegen nicht. Als Ursache der Störung sind deshalb Mängel am Fahrzeug zu vermuten. Für den Fall, dass die Störung im Analyseprozess, abhängig von der Häufung der Störungen und/oder dem Ausmaß der Störschwellenüberschreitungen, als kritisch eingestuft wird, wird die zuständige Instandsetzungsstelle für das Fahrzeug automatisch online über den Störfall informiert.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Feststellung und Bewertung von Störungen im Fahrzeug-Fahrweg-System innerhalb des Eisenbahn-Regelbetriebs, wobei ein auf allen Fahrzeugen des Regelbetriebs installiertes Sensor-System, unzulässige Störungen im Zusammenwirken von Fahrzeug und Fahrweg feststellt, diese auf einen Server des Bahnbetreibers überträgt, eine dort installierte Analyse-Software die Ursache der Störung feststellt, und die zuständige Stelle für Instandsetzung automatisch, online über das mangelhafte Verhalten des Fahrzeugs und/oder der störenden Stelle am Fahrweg informiert, **gekennzeichnet dadurch, dass**

a) vom Sensor-System, die Fahrzeugbeschleunigungen in lateraler, vertikaler und longitudinaler Richtung, die GPS-Koordinaten der aktuellen Position, die Fahrzeuggeschwindigkeit, die Fahrtrichtung, das aktuelle Datum und die aktuelle Uhrzeit messtechnisch mit einer wählbaren Abtastrate, die im Bereich T abtastet ≥ 10 ms beliebig variiert werden kann, erfasst werden,

b) in einem Messdatenprozessor des Sensor-Systems die sicherheitsrelevante Beschleunigungsüberlagerung aus der gemessenen lateralen und vertikalen Fahrzeugbeschleunigung, und eine für den Fahrkomfort maßgebende Beschleunigungsüberlagerung aus der gemessenen lateralen, vertikalen und longitudinalen Fahrzeugbeschleunigung berechnet werden und die Datensätze aus gemessenen und berechneten Beschleunigungswerten in einer ersten Datei auf dem Sensor-System gespeichert werden,

c) in einem separaten Prozess des Sensor-Systems die gemessenen und berechneten Beschleunigungswerte mit einem vorgegeben Beschleunigungsgrenzwert, bei dem die Beschleunigung noch nicht als Störung gewertet wird, verglichen werden, wobei der Beschleunigungsgrenzwert für jede Beschleunigungsgröße getrennt festgelegt werden kann und bei Überschreitung des Beschleunigungsgrenzwertes einer oder mehrerer Beschleunigungsgrößen der entsprechende Datensatz zusätzlich in einer weiteren Datei im Sensor-System gespeichert wird,

d) die Dateien nach einem wählbaren, zeitlichen Zyklus geschlossen werden, gleichzeitig eine neue erste Datei und eine neue weitere Datei geöffnet werden und die abgeschlossenen Dateien durch einen separaten Prozess online verschlüsselt auf einen Server des Bahnbetreibers übertragen werden,

e) sich die Funktionsweise des Sensor-Systems variabel gestalten lässt und die hierfür notwendigen, veränderbaren Systemdaten,

- die Fahrzeugnummer,
- die Fahrzeugbauart,
- der Ort der Installation des Sensor-Systems auf dem Fahrzeug,
- der Dateiübertragungsmodus,
- das Speicher-Zeitintervall,
- der Beschleunigungsgrenzwert für jede Beschleunigungsgröße,
- die Abtastrate des Messsystems und
- die Internetadresse des zuständigen Servers,

in einer Konfigurationsdatei im Speicher des Sensor-Systems abgelegt sind,

f) auf einem Server die Analyse-Software, bestehend aus einem Programm, in dem die Prozesse Datenimport, Datenanalyse, Statistik und Kommunikation, voneinander unabhängig asynchron ausgeführt werden, und einer Datenbank in der die, von den Sensor-Systemen importierten Daten, die erforderlichen Fahrzeug- und Streckendaten, Analysedaten, Analyseberichte und Systemkonfigurationsdaten verwaltet werden, installiert ist,

g) in einem Datenimportprozess die Datensätze aller, von den Sensor-Systemen empfangenen Dateien der entsprechenden Bahnstrecke und Wegposition zugeordnet und in die Datenbank eingefügt werden,

h) in einem Datenanalyseprozess alle von den Sensor-Systemen importierten Datensätze, die auf eine Überschreitung des Beschleunigungswertes hinweisen, kontinuierlich innerhalb eines wählbaren Zeitfensters ausgewertet werden, mit der Zielsetzung, festzustellen, ob sich ein bestimmtes Fahrzeug auf der Bahnstrecke, oder ob sich mehrere Fahrzeuge an einer bestimmten Stelle der Bahnstrecke störend verhalten, und dadurch auf Mängel am Fahrzeug und/oder am Fahrweg hinweisen, wobei bei kritische Störungen die zuständige Instandsetzungsstelle automatisch online informiert wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei in einem separaten Prozess der Analyse-Software alle verfügbaren Analysedaten innerhalb eines vorgegebenen Zeitfensters ausgewertet werden, mit der Zielsetzung, ungünstige Überlagerungen von konstruktiven Eigenschaften bei Fahrzeugbauarten und Fahrwegkomponenten festzustellen, indem fahrzeugseitig die Merkmale,

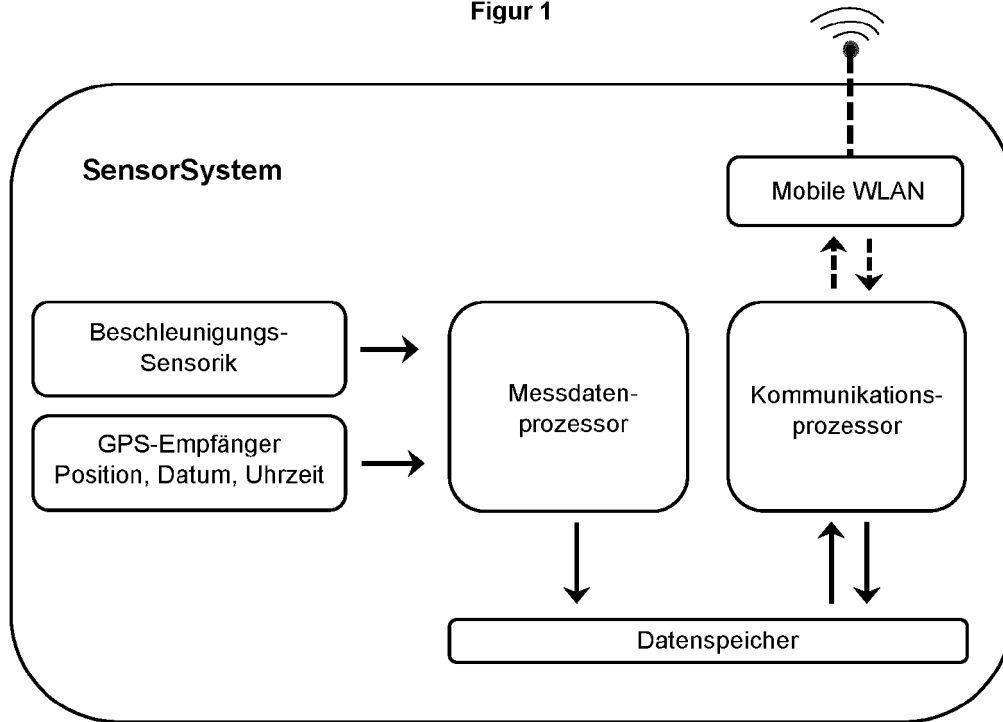
- die Fahrzeugbauart,
- der Fahrzeughersteller,
- Tag der Erstzulassung,
- das Fahrzeuggewicht,
- die Art des Drehgestells,
- die Art der Federung,
- die Anzahl und Anordnung der Radsätze

und bezüglich des Fahrwegs, örtlich zugeordnet,

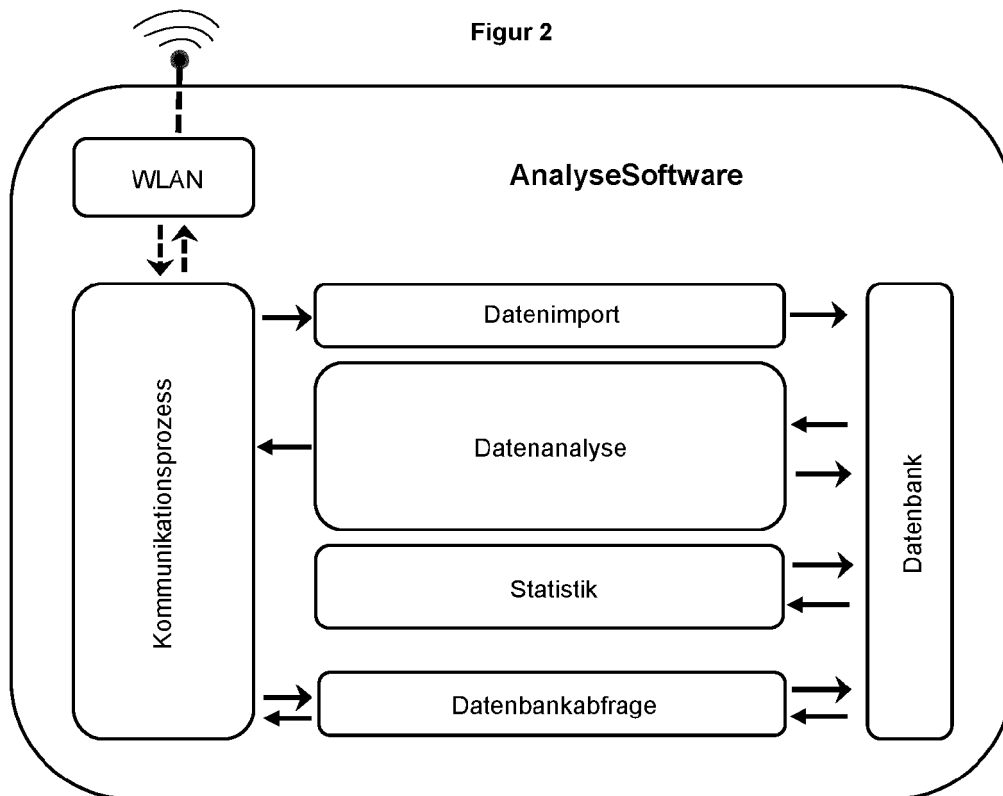
- die Oberbauart,
- die Unterbauart,
- die Art der Trassierung,
- die zulässige Geschwindigkeit

statistisch dahingehend ausgewertet werden, kritische Überlagerungen von Fahrzeug- und Fahrwegeigenschaften aufzuzeigen, indem jeder möglichen Kombination aus Fahrzeug- und Fahrwegmerkmalen die Häufigkeit von Störungen zugeordnet wird, wobei Kombinationen, die besonders häufig zu Störungen im Zusammenwirken von Fahrzeug und Fahrweg führen, in einem Bericht, der neben den betreffenden Fahrzeug- und Fahrwegdaten eine Auflistung der entsprechenden Störfälle und deren Ursache enthält, festgehalten.

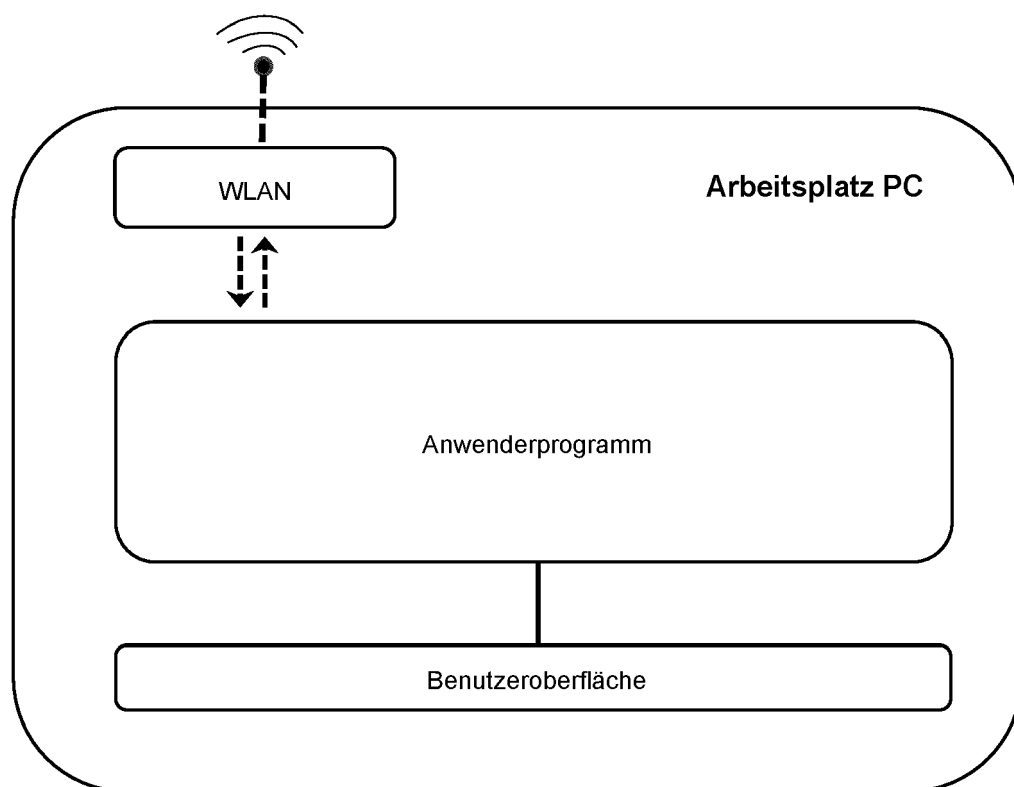
Figur 1



Figur 2



Figur 3



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 102007016395 [0006]