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

(11) **EP 2 305 532 A1**

(12) EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
06.04.2011 Patentblatt 2011/14

(51) Int Cl.:
B61K 9/08 *(2006.01)* ***B61L 25/02*** *(2006.01)*

(21) Anmeldenummer: **10011614.4**

(22) Anmeldetag: **29.09.2010**

(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 SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME RS

(30) Priorität: **01.10.2009 DE 102009043701**

(71) Anmelder: **Deutsche Bahn AG**
10785 Berlin (DE)

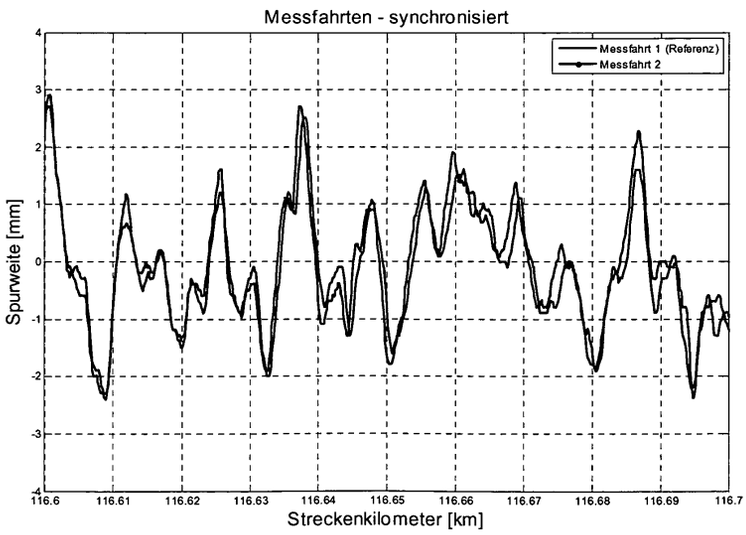
(72) Erfinder:
- **Le, Rong**
  82319 Starnberg (DE)
- **Wolter, Klaus-Ulrich**
  84416 Taufkirchen/Vils (DE)

(74) Vertreter: **Zinken-Sommer, Rainer**
Deutsche Bahn AG
Patentabteilung
Völckerstrasse 5
80939 München (DE)

(54) Verfahren zur automatischen Synchronisierung von Gleislagemessungen

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur automatischen Synchronisierung von Gleislagemessungen im Eisenbahnverkehr.
Dies wird erfindungsgemäß dadurch erreicht, dass
• eine Messung als Referenz ausgewählt und ein Abtastschritt so berechnet wird, dass dieser sich für die gesamte Messung als konstant ergibt und
• die Messwerte aller Messkanäle für die neu berechneten Abtastwerte mittels Interpolationsverfahren ermittelt werden und
• dass diese Messung als Referenzmessung verwendet wird und die Referenzmessung sowie die zu synchronisierende Messung in Abschnitte unterteilt werden, wobei sich die Abschnitte überlappen und für jedes Abschnittspaar die Verschiebung zueinander mittels eines Maximums der Kreuzkorrelationsfunktion eines Messkanals der beiden Messungen ermittelt wird und
• aus den Verschiebungen aller Abschnitte ein Offset, welcher im Allgemeinen nichtlinear ist, bestimmt und für alle Messkanäle der zu synchronisierenden Messung verwendet wird und
• somit die örtliche relative Verschiebung und/oder Verzerrung aller zu synchronisierenden Messungen kompensiert wird.

Figur 5 – Zwei Messfahrten / Messungen – synchronisiert



EP 2 305 532 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur automatischen Synchronisierung von Gleislagemessungen im Eisenbahnverkehr.

[0002] Die Eisenbahninfrastruktur stellt die Grundlage für einen sicheren Eisenbahnbetrieb dar. Damit das hohe Maß an Sicherheit gewährleistet werden kann, sind umfangreiche Instandhaltungsmaßnahmen nötig. Der Inspektion der Gleislagegeometrie kommt hier eine besondere Bedeutung zu. Häufig wird die Inspektion der Gleislage mit speziellen Messfahrzeugen durchgeführt. Die gewonnenen Messergebnisse werden mit Grenzwerten verglichen. Aus dem Vergleich werden Instandsetzungsmaßnahmen abgeleitet und durchgeführt. Die Messergebnisse der Gleislageinspektionen werden in Datenbanken abgespeichert. Mit speziellen Programmen besteht die Möglichkeit, sich die Messergebnisse einzelner Inspektionsfahrten anzeigen zu lassen. Hierbei können auch mehrere Ergebnisse von unterschiedlichen Inspektionsfahrten des gleichen Streckenabschnittes zu unterschiedlichen Inspektionszeiten dargestellt werden. Aus dieser Darstellung kann ein Fachmann die Entwicklung von Gleislageabweichungen verfolgen und hieraus mittel- und langfristige Instandhaltungsmaßnahmen planen und durchführen. Da die Ergebnisse unterschiedlicher Inspektionsfahrten des gleichen Streckenabschnittes zu unterschiedlichen Inspektionszeiten örtlich bis zu 100 m verschoben sind, ist eine automatisierte Aus- und Bewertung der Ergebnisse nicht möglich. Zudem sind die örtlichen Inkremente nicht immer konstant, so dass zusätzlich eine Verzerrung der Messung entsteht. Dieser örtliche Versatz sowie die Verzerrung entstehen, da die Wegmessung üblicherweise mittels Radimpulsen erfolgt. Durch verschleißbedingte Abnahme der Raddurchmesser, Schlupf beim Bremsen und Beschleunigen sowie aufgrund von Reib- und Witterungsverhältnissen sind diese Abweichungen nicht zu vermeiden.

Nachteile des Standes der Technik:

[0003] Bei dem derzeitigen Stand der Technik besteht zwar die Möglichkeit, dass die Ergebnisse von unterschiedlichen Inspektionsfahrten manuell miteinander verglichen werden können, eine automatisierte Aus- und Bewertung ist jedoch nicht möglich.

[0004] Für eine automatische Aus- und Bewertung müssen die Ergebnisse der Inspektionen synchronisiert vorliegen, damit Veränderungen und Veränderungsgeschwindigkeiten berechnet werden können. Beim Stand der Technik sind die Gleislagemessungen zueinander örtlich verschoben. Zusätzlich sind Abweichungen bei den Abtastschritten nicht auszuschließen, weshalb die Gleislagesignale zueinander zusätzlich gestaucht bzw. gestreckt sind. Des Weiteren liegen die Messwerte an unterschiedlichen örtlichen Punkten vor. Dies ist besonders problematisch, da bei längeren Messfahrten der Versatz sowie die Verzerrung bzw. Stauchung/Streckung nicht konstant über die gesamte Länge der Messfahrt sind. Somit ist auch eine manuelle, nachträgliche Synchronisation nicht möglich. Aus den oben genannten Gründen können die Ergebnisse der Inspektionsfahrten nicht manuell miteinander synchronisiert werden.

[0005] Für die Verfolgung von Veränderungen der Gleislage wird daher häufig auf abschnittsweise statistische Größen zurückgegriffen und diese werden miteinander verglichen. Beispielsweise werden Abschnitte mit 250 m Länge verwendet und für die einzelnen Messkanäle - Gleislageparameter - die Standardabweichungen bestimmt. Mit dieser Vorgehensweise kann die Veränderung der Gleislagequalität bewertet werden, die zeitliche Veränderung von einzelnen Störstellen - Gleislageabweichungen - ist mit dieser Vorgehensweise jedoch nicht möglich.

[0006] Für die Verfolgung der Veränderung von Einzelstörstellen müssen die Ergebnisse der Inspektionsfahrten genau miteinander synchronisiert werden.

[0007] Vielfach wird versucht mittels GPS und DGPS die örtliche Zuordnung der Messwerte zum Streckenkilometer zu verbessern. Für eine automatische Verfolgung der Entwicklung der Gleislage und auch von Einzelstörstellen sind diese Verbesserungen nicht ausreichend, da die Genauigkeit der GPS-Ortung nicht ausreichend ist und die Abweichungen in den Abtastschritten auch mit einer genauen Ortung nicht kompensiert werden können. Eine automatische Verfolgung von Einzelstörstellen ist nach wie vor nicht möglich.

[0008] Aus der DE 10 2006 043 043 A1 ist ein Verfahren zum Überwachen von Schienen-Fahrwegen, insbesondere im Bereich von temporären Tragsystemen für den Gleiskörper mit den Verfahrensschritten:

- laufendes sensorisches Erfassen von Ortsdaten der Gleisgeometrie im überwachten Bereich,
- Auswerten der erfassten Ortsdaten hinsichtlich der Befahrbarkeit und/oder der maximal zulässigen Überfahrgeschwindigkeit des Schienenfahrweges im überwachten Bereich und
- Ausgeben der ausgewerteten Daten sowie Ansteuern von optischen und/oder akustischen Anzeigen und/oder von Regelsystemen.

[0009] Es wird ein stationäres System zur Überwachung der Gleislage beschrieben, welches vorrangig bei Baustellen

zum Einsatz kommt. Es erfolgt keine Synchronisation der Messdaten.

[0010] Die EP 1 213 202 B2 beschreibt ein Verfahren zur Abbildung des Gleiszustandes über Signale aus verschiedenen, an Rädern und Drehgestellen befestigten Sensoren, die einer Auswerteeinheit zugeführt und an eine Leitstelle übertragen werden, wo sie zu einem Abbild des Gleiszustandes zusammengefügt werden. Auch hier erfolgt keine Synchronisation der Messdaten.

[0011] Des Weiteren sind aus der US 5.579.013 A1 und der US 6.044.698 A1 weitere Verfahren zur Ermittlung von Gleislagefehlern ohne Synchronisation der Messdaten bekannt.

[0012] In US 2009/0070064 A1 ist ein Verfahren beschrieben, welches aus mehreren Messungen der vertikalen Gleislageabweichungen einen Trend ermitteln kann. Für kurze Abschnitte, kleiner 100 m, werden die vertikalen Gleislageabweichungen mittels Korrelationsverfahren übereinander gelegt. Hierbei wird vorausgesetzt, dass sich die vertikalen Gleislageabweichungen, Einzelfehler, in vertikaler Richtung nur geringfügig ändern und somit eine Korrelationsfunktion bestimmt werden kann. Des Weiteren muss vorausgesetzt werden, dass die örtliche Abtastrate für jede Messung konstant und gleich ist. Werden Gleislageabweichungen im Zuge von Instandsetzungsmaßnahme beseitigt, kann dieses Verfahren nicht eingesetzt werden und eine Trendentwicklung ist nicht möglich. Zudem ist eine automatische Trendberechnung nicht möglich, da trotz konstanter örtlicher Abtastraten die Messwerte unterschiedlicher Messungen an unterschiedlichen Orten befinden.

[0013] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Messergebnisse von Inspektionsfahrten zueinander so zu synchronisieren, sodass als Ergebnis synchronisierte Messergebnisse zur Verfügung stehen, die eine automatische Aus- und Bewertung der Ergebnisse ermöglichen. Des Weiteren besteht die Möglichkeit, dass mittel- und langfristige Instandhaltungsmaßnehmen automatisch aus den Gleislagemessungen und der zeitlichen Entwicklung von Gleislagestörungen abgeleitet werden können.

[0014] Dies wird erfindungsgemäß durch den Inhalt der Patentansprüche 1 bis 8 gelöst.

[0015] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren werden im ersten Schritt die Ergebnisse einer inspektionsfahrt ausgewählt, die als Referenzmessung dienen. Da die ortsabhängigen Abtastschritte Δx einer inspektionsmessung nicht konstant sind, werden die Messwerte für neue ortsäquidistante x-Koordinaten berechnet. Die neuen Ortskoordinaten (x-Koordinaten) werden bestimmt, indem der Streckenabschnitt zwischen Beginn und Ende der Inspektionsfahrt - Referenzmessung - in der Weise neu berechnet werden, so dass ortsäquidistante x-Koordinaten entstehen. Die zugehörigen Messwerte (y-Koordinate) lassen sich mittels Interpolationsrechnung ermitteln. Hier können lineare als auch nichtlineare Interpolationsverfahren verwendet werden. Dieser Schritt wird für alle Messkanäle einer Messfahrt durchgeführt. Die so örtlich bearbeiteten Messdaten der Inspektionsfahrt dienen als Referenzmessung. Alle weiteren Inspektionsfahrten werden mit dieser Referenzmessung synchronisiert.

[0016] Um die örtliche Verschiebung und Verzerrung der Messdaten aus der Inspektionsfahrt zu bestimmen werden folgende Schritte bearbeitet. Die Referenzmessung sowie die zu synchronisierenden Messungen werden in, sich zur Hälfte überlappende, Abschnitte von beispielsweise 100 m Länge unterteilt. Je nach Anwendung sind auch andere Abschnittslängen denkbar. Für jeden dieser, sich überlappenden, Abschnitte wird die Kreuzkorrelationsfunktion Φ berechnet.

$$\Phi_{y_{ri}y_{si}}[k \cdot \Delta x] = \frac{1}{N}\sum_{n=1}^{N}(y_{ri}[n \cdot \Delta x] - \overline{y_{ri}}) \cdot (y_{si}[n-k] \cdot \Delta x - \overline{y_{si}})$$

$$\overline{y_{ri}} = \frac{1}{N}\sum_{n=1}^{N} y_{ri}[n \cdot \Delta x]$$

$$\overline{y_{si}} = \frac{1}{N}\sum_{n=1}^{N} y_{si}[n \cdot \Delta x]$$

[0017] Der Ort des Maximums der berechneten Kreuzkorrelationsfunktion Φ gibt die örtliche Verschiebung der beiden Abschnitte y_{ri} und y_{si} zueinander an. Diese örtliche Verschiebung wird für jedes, sich überlappendes Abschnittspaar ermittelt. Aus den örtlichen Verschiebungen aller Abschnitte y_{si} zum jeweiligen Abschnitt y_{ri} der Referenzmessung wird

mittels Interpolationsverfahren der km-Offset berechnet. Da der Kilometeroffset im Allgemeinen nicht linear ist, ergibt sich neben der örtlichen Verschiebung auch automatisch die Verzerrung bzw. Streckung und Stauchung, welche über die gesamte Messung nicht linear sind. Der so ermittelte km-Offset wird für alle Messkanäle der zu synchronisierenden Messungen verwendet.

[0018] Zuletzt werden für jeden Messkanal die Messpunkte an den Stellen der Referenzmessung mittels Interpolationsverfahren berechnet. Hier können lineare als auch nichtlineare Interpolationsverfahren verwendet werden.

[0019] Die Inspektionsmessung wurde mit der Referenzmessung synchronisiert. Die einzelnen Messpunkte liegen im Bezug auf die x-Koordinate, abtastpunktgenau übereinander. Eine automatisch Aus- und Bewertung ist nun möglich.

[0020] Für die Referenzmessung und die zu synchronisierenden Messungen wird eine örtliche Abtastung von 0,10 m gewählt.

Ausführungsbeispiel:

[0021] Die Erfindung soll nachstehend anhand eines Ausführungsbeispieles näher erläutert werden.

[0022] Als Ausführungsbeispiel dienen zwei Messungen aus Inspektionsfahrten zur Gleislageinspektion bei der Deutschen Bahn AG. Bei diesen Inspektionsfahrten werden folgende Gleislageparameter gemessen:

- die Längshöhen der linken und rechten Schiene - z_{links} und z_{rechts},
- die Richtungsabweichungen der linken und rechten Schiene - y_{links} und y_{rechts}.
- die Spurweite - sp,
- die Krümmung - kr,
- die gegenseitige Höhenlage - gh.

[0023] Das verwendete Gleiskoordinatensystem ist in Abbildung 1 dargestellt.

[0024] Die Synchronisation erfolgt in der Weise, dass auch beliebig viele weitere Messkanäle synchronisiert werden können. Wurde die Referenzmessung, wie im Folgenden beschrieben, aufbereitet, lassen sich beliebig viele Inspektionsmessungen mit der Referenzmessung synchronisieren. Zur Verdeutlichung der Vorgehensweise wird im Anwendungsbeispiel eine Inspektionsmessung mit der Referenzmessung synchronisiert.

[0025] Die Figur 2 zeigt einen Abschnitt mit 100m Länge der Spurweite. Die örtliche Verschiebung der Messung 1 gegenüber der Messung 2 ist deutliche zu erkennen. Diese beträgt ca. 30 m.

[0026] Im ersten Schritt wird eine Inspektionsmessung so aufbereitet, so dass die Messwerte fest definierten Streckenkilometern zugeordnet werden können und dass sich ein konstanter Abtastschritt von beispielsweise 0,10 m ergibt, andere Abtastschritte sind ebenfalls möglich. Diese Aufbereitung geschieht, indem man den Streckenabschnitt zwischen dem ersten und dem letzten Messpunkt in ortsäquidistante Inkremente gleichmäßig aufteilt. Da die so bestimmten neuen Ortskoordinaten nicht den ursprünglichen entsprechen, müssen die Messwerte an den neuen Ortskoordinaten berechnet werden. Dies erfolgt im Ausführungsbeispiel mittels Interpolation mit kubischen Splines. Im Allgemeinen können auch lineare Interpolationsverfahren verwendet werden. Für alle Messkanäle der Referenzmessung werden die entsprechenden Messwerte auf die oben beschriebene Methode neu berechnet.

[0027] Als Ergebnis des ersten Schrittes liegen alle Messpunkte aller Kanäle der Referenzmessung auf fest definierten Streckenkilometern (x-Koordinaten) vor. Abweichungen der Abtastschritte wurden im ersten Schritt ebenfalls korrigiert.

[0028] Im zweiten Schritt werden die weiteren Inspektionsmessungen auf die Referenzmessung synchronisiert. Dies geschieht in der Weise, dass jeweils ein Messkanal aus der Referenzmessung und der entsprechende Kanal aus der zu synchronisierenden Inspektionsmessung ausgewählt werden. Im Anwendungsbeispiel wurde die Spurweite ausgewählt, da sich die Spurweite im Vergleich zu den anderen Gleislageparametern weitaus langsamer verändert als beispielsweise die Längshöhen oder die Richtungsabweichungen. Die gesamte Messung wird in Abschnitte von 100 m Länge unterteilt, hierbei überlappen sich die einzelnen Abschnitte je zur Hälfte, also 50 m. Für jeden Abschnitt, mit der Spurweite der Referenzmessung und dem entsprechenden Abschnitt der zu synchronisierenden inspektionsmessung, wird die Kreuzkorrelationsfunktion Φ berechnet und normiert.

[0029] Figur 3 zeigt die Kreuzkorrelationsfunktion für einen Abschnitt.

[0030] Die Position des Maximums der Kreuzkorrelationsfunktion gibt die Verschiebung der ausgewählten Abschnitte zueinander an. Im Ausführungsbeispiel beträgt die Verschiebung 29,6 m. Für jedes Abschnittspaar wird auf diese Weise die gegenseitige Verschiebung berechnet. Aus den Verschiebungen aller Abschnitte der gesamten Inspektionsfahrt wird der Offset der Kilometrierung bestimmt. Da die Verschiebung der einzelnen Abschnitte unterschiedlich sein kann, wird die Kilometerkorrektur mittels nichtlinearer Interpolation (Spline-Interpolation) bestimmt. Da die Verschiebung der

einzelnen Abschnitte unterschiedlich ist, wird auf diese Weise automatisch die Verzerrung bzw. die Streckung und Stauchung der Signale bestimmt.

[0031] Figur 4 zeigt den berechneten Kilometeroffset.

[0032] Der so bestimmte Kilometeroffset wird auf alle Messkanäle, der zu synchronisierenden Messung angewendet.

[0033] Im letzten Schritt werden die Messpunkte aller Messkanäle der zu synchronisierenden Messung an den Kilometerstellen der Referenzmessung berechnet. Dies kann mit Interpolationsverfahren erfolgen. Im Anwendungsbeispiel wurde die Spline-Interpolation verwendet.

[0034] Als Ergebnis erhält man synchronisierte Messungen, bei denen die Abtastschritte korrigiert wurden und die Messpunkte aller Messkanäle aller Messungen an denselben km-Koordinaten liegen.

[0035] Eine automatisierte Weiterverarbeitung ist nun möglich.

[0036] Figur 5 zeigt die synchronisierten Messungen.

Zeichenerklärung / Formelzeichen:

[0037]

Δx	Ortsinkrement; ortsäquidistante Abtastintervall
$\Phi_{y_{ri}y_{si}}$	Kreuzkorrelationsfunktion eines Abschnittes y_{ri} der Referenzmessung und dem entsprechenden Abschnitt y_{si} der zu synchronisierenden Mes- sung
y_{ri}	Messwerte des Abschnittes i der Referenzmessung y_r
y_{si}	Messwerte des Abschnittes i der zu synchronisierenden Messung y_s
k	Index der Kreuzkorrelationsfunktion; Verschiebung der Abschnitte y_{ri} und y_{si} zueinander
n	Index der Messwerte
$\overline{y_{ri}}$	arithmetischer Mittelwert der Messwerte des Abschnittes i der Referenz- messung y_r
$\overline{y_{si}}$	arithmetischer Mittelwert der Messwerte des Abschnittes i der zu syn- chronisierenden Messung y_s
i	Abschnittsnummer
N	Anzahl der Messpunkte - Abtastwerte - in einem Abschnitt i
z_{links}, z_{rechts}	Längshöhe der linken und rechten Schiene
y_{links}, y_{rechts}	Richtungsabweichung der linken und rechten Schiene
sp	Spurweite
kr	Krümmung
gh	Gegenseitige Höhenlage

Patentansprüche

1. Verfahren zur automatischen Synchronisierung von Messdaten, insbesondere von Gleisgeometriedaten, wobei die Messergebnisse unterschiedlicher Messungen, bei Gleisgeometriemessungen unterschiedlicher Inspektionsfahrten, zueinander örtlich verschoben und/oder verzerrt sind und die örtliche Verschiebung und/oder Verzerrung nicht konstant über die gesamte Messung auftritt,
   gekennzeichnet dadurch, dass

   • eine Messung als Referenz ausgewählt und eine örtliche Abtastung so berechnet wird, dass diese sich für die gesamte Messung als konstant ergibt und
   • die Messwerte aller Messkanäle für die neu berechneten örtlichen Abtastwerte mittels Interpolationsverfahren ermittelt werden und
   • dass diese Messung als Referenzmessung verwendet wird und die Referenzmessung sowie die zu synchronisierende Messung in Abschnitte unterteilt werden, wobei sich die Abschnitte überlappen und für jedes Abschnittspaar die örtliche Verschiebung zueinander mittels eines Maximums der Kreuzkorrelationsfunktion eines Messkanals der beiden Messungen ermittelt wird und
   • aus den örtlichen Verschiebungen aller Abschnitte ein Offset, welcher im Allgemeinen nicht linear ist, bestimmt und für alle Messkanäle der zu synchronisierenden Messung verwendet wird und
   • somit die Verschiebung und/oder Verzerrung kompensiert werden und
   • die Messwerte der zu synchronisierenden Messung an den Orten der Referenzmessung berechnet werden und
   • somit die Messwerte der Referenzmessung und aller zu synchronisierenden Messungen die gleichen Ortskoordinaten besitzen.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **gekennzeichnet dadurch, dass** für die Referenzmessung und die zu synchronisie-

renden Messungen eine örtliche Abtastung von 0,10 m gewählt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1, **gekennzeichnet dadurch, dass** die Referenzmessung sowie die zu synchronisierende Messung in Abschnitte von 100 m Länge unterteilt werden.

4. Verfahren nach Anspruch 1, **gekennzeichnet dadurch, dass** sich die Abschnitte für die Bestimmung der Kreuzkorrelationsfunktion jeweils zur Hälfte überlappen.

5. Verfahren nach Anspruch 1 bis 4, ***gekennzeichnet dadurch, dass*** die Messungen der Gleislagegeometrie von Eisenbahn-Gleisen miteinander synchronisiert werden.

6. Verfahren nach Anspruch 1 bis 5, ***gekennzeichnet dadurch, dass*** die Kreuzkorrelationsfunktionen der einzelnen Abschnitte für die Spurweiten bestimmt werden.

7. Verfahren nach Anspruch 1 bis 6, ***gekennzeichnet dadurch, dass*** als Offset eine, durch das Verfahren berechnete, relative örtliche Verschiebung, Stauchung und/oder Streckung von der zu synchronisierenden Messung zur Referenzmessung ermittelt wird.

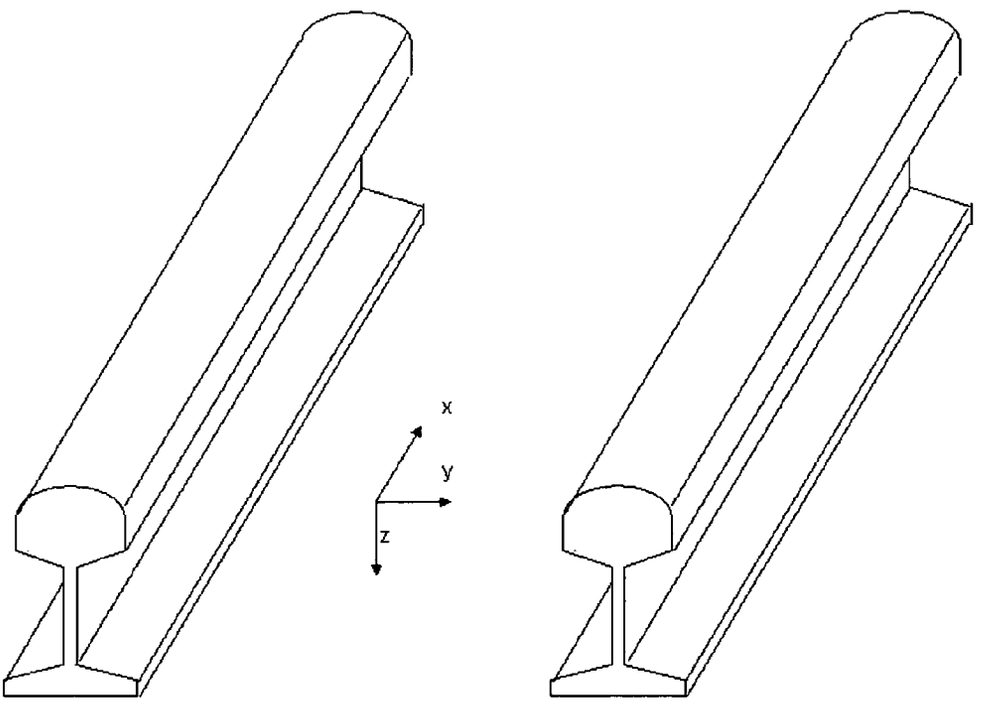
8. Verfahren nach Anspruch 1 bis 7, ***gekennzeichnet dadurch,*** **dass** die Abschnittslängen so gewählt werden, dass sich eine möglicht gute Korrelation zwischen der Referenzmessung und der zu synchronisierenden Messung ergibt und dass die Abschnittslängen länger sind als der Versatz der Referenzmessung zu der zu synchronisierenden Messung.

9. Verfahren nach Anspruch 1 bis 8, ***gekennzeichnet dadurch, dass*** die Referenzmessung so ausgewählt wird, dass die Kreuzkorrelation mit einer zu synchronisierenden Messung einen möglichst großen Kreuzkorrelationskoeffizient ergibt oder dass die älteste oder jüngste Messung als Referenzmessung dient.

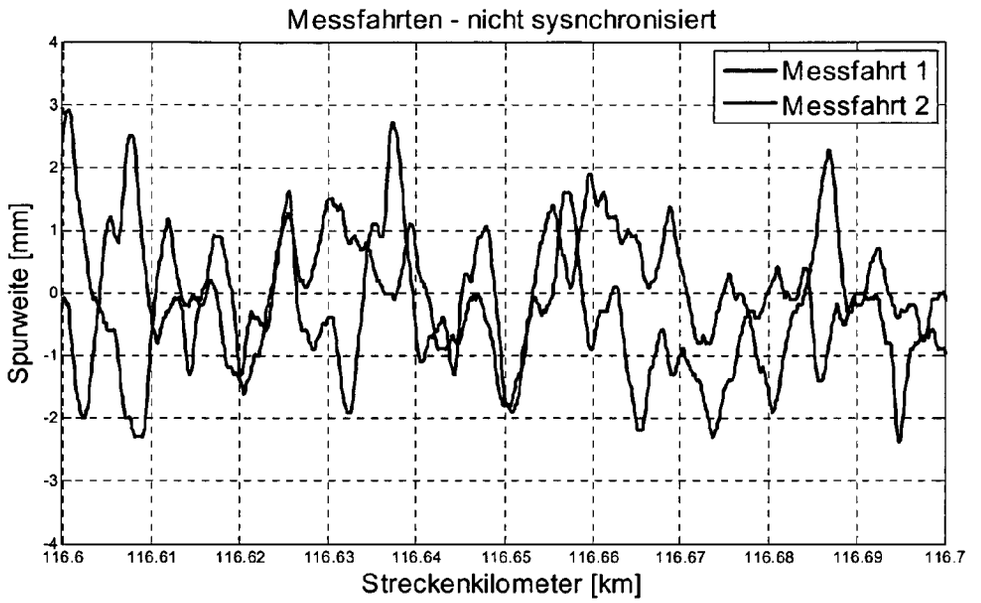
10. Verfahren nach Anspruch 1 bis 9, ***gekennzeichnet dadurch, dass*** die konstante Abtastung derart berechnet wird, so dass ein ortsäquidistantes Inkrement für die gesamte Inspektionsmessung entsteht.

11. Verfahren nach Anspruch 1 bis 10, ***gekennzeichnet dadurch, dass*** der ermittelte Offset ein Maßstab für den örtlichen Versatz der Abschnitte zueinander ist.

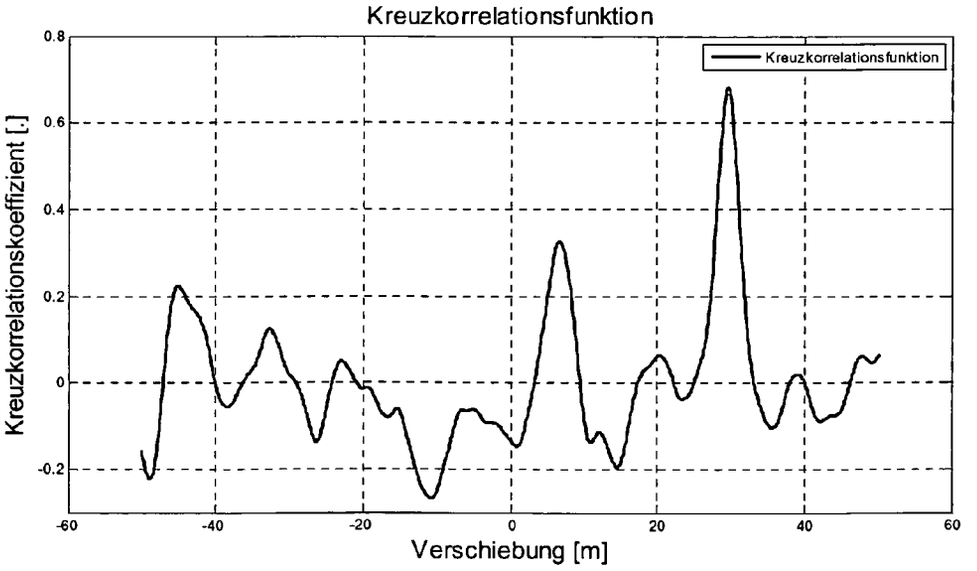
Figur 1 – Gleiskoordinatensystem



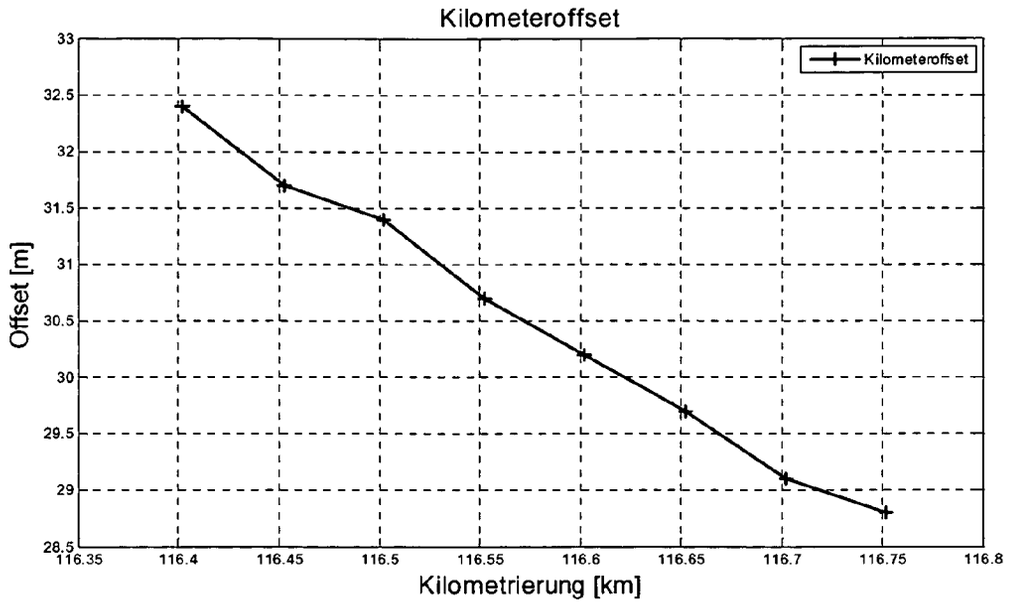
Figur 2 – Zwei Messfahrten / Messungen – nicht synchronisiert



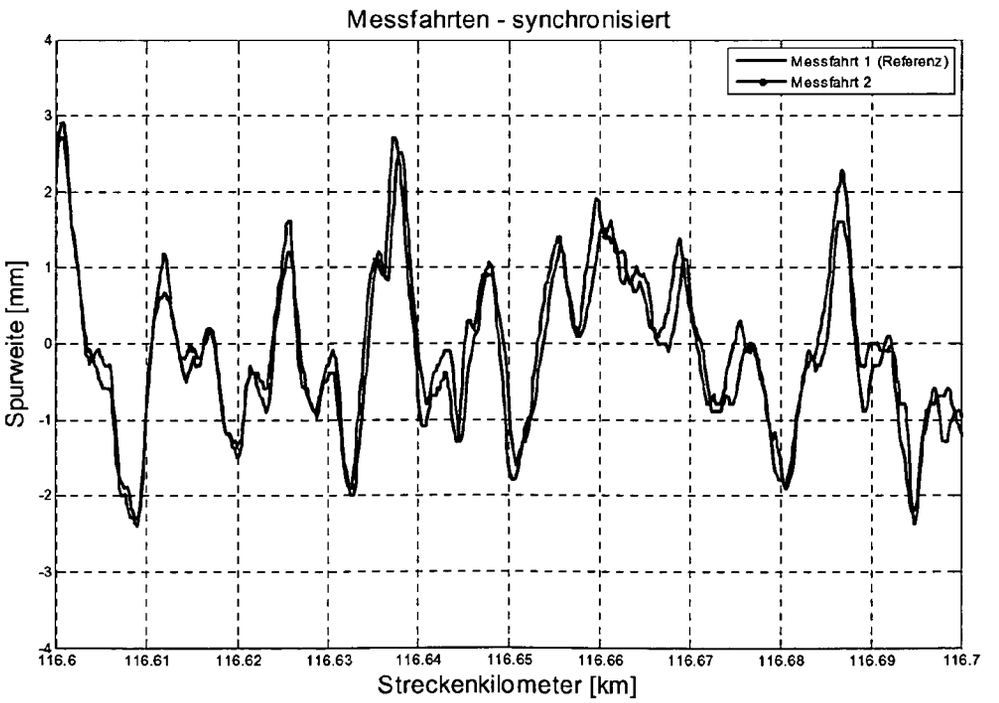
Figur 3 - Kreuzkorrelationsfunktion für einen Abschnitt.



Figur 4 - Kilometeroffset.



Figur 5 – Zwei Messfahrten / Messungen – synchronisiert



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 10 01 1614

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE

Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 2004/204882 A1 (PEDANEKAR NIRANJAN RAMESH [IN]) 14. Oktober 2004 (2004-10-14) * das ganze Dokument * -----	1,2,5-7, 9-11	INV. B61K9/08 B61L25/02

RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)

B61K
B61L
G01C
E01B

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt

Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
Den Haag	14. Dezember 2010	Chlosta, Peter

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)

ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.

EP 10 01 1614

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.

14-12-2010

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2004204882 A1	14-10-2004	US 2005080569 A1	14-04-2005

EPO FORM P0461

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

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 102006043043 A1 **[0008]**
- EP 1213202 B2 **[0010]**
- US 5579013 A1 **[0011]**
- US 6044698 A1 **[0011]**
- US 20090070064 A1 **[0012]**