

(19)



(11)

EP 2 269 887 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
20.11.2013 Patentblatt 2013/47

(51) Int Cl.:
B61K 9/08 (2006.01) B61L 23/04 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **10001974.4**

(22) Anmeldetag: **26.02.2010**

(54) **Verfahren zur Ermittlung von kurzwelliger Gleislagegeometrie und der Schieneneinsenkungen unter Last**

Method for determining short wave rail position geometry and rail deflection under load

Procédé de détermination de la géométrie de position de voies à ondes courtes et des affaissements des rails soumis à une charge

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**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**

(30) Priorität: **03.07.2009 DE 102009031819**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
05.01.2011 Patentblatt 2011/01

(73) Patentinhaber: **Deutsche Bahn AG
10785 Berlin (DE)**

(72) Erfinder:
• **Le, Rong, Dr.
82319 Starnberg (DE)**

• **Wolter, Klaus-Ulrich
84416 Taufkirchen/Vils (DE)**
• **Erhard, Franz
86916 Kaufering (DE)**

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

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A1- 2 617 192 DE-A1- 10 337 976

EP 2 269 887 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 Erfindung betrifft ein Verfahren zur Ermittlung von kurzwelliger Gleislagegeometrie und der Schieneneinsenkungen unter Last, wobei die kurzwellige geometrische Gleislage von einem Schienenfahrzeug aus zu erfassen und vom Einfluss der Radsatzlast zu trennen ist.

[0002] Solch ein Verfahren ist aus der DE 26 17 192 A1 bekannt.

[0003] Die Instandhaltung der Gleise erfolgt anhand geometrischer Größen. Für die Inspektion der Abweichung des Gleises von seiner idealen Lage werden spezielle Inspektionsfahrzeuge verwendet. Wegen der verwendeten Messverfahren können die derzeitigen, sich im Einsatz befindenden, Inspektionsfahrzeuge nur langwellige Fehlerformen unter Last mit der erforderlichen Genauigkeit erfassen.

[0004] Bei der Inspektion von Weichen, Schienenauszüge und Schienenschweißstöße sind jedoch kurzwellige geometrische Abweichungen maßgebend. Daher werden diese Gleiskomponenten manuell geprüft ohne Last. Meist kommen hier Lineale, Lehren, etc. zum Einsatz.

[0005] Für die Erfassung kurzwelliger geometrischer Abweichungen aus dem Fahrzeug sind optische Messverfahren bekannt. Weiterhin sind auch Messsysteme bekannt, welche die kurzwellige Gleisgeometrie indirekt über gemessene Radsatzlager-Beschleunigungen erfassen und diese direkt bewerten oder die Radsatzlagerbeschleunigungen in eine vertikale Gleislageabweichung umrechnen.

[0006] Bekannt ist eine Vorrichtung zur Messung von wellenförmigen Deformationen der Schienenrolloberfläche eines Schienenweges, wobei eine Wellenlänge aus einem ausgewählten Bereich von Wellenlängen ausgewählt wird, eine Messung mittels eines Rollwagens und Sensoren durchgeführt, die Signale verarbeitet, die Tiefe der Deformation bestimmt und ein bestimmtes Verhältnis gesetzt wird (DE 30 08 440 C2).

[0007] Aus der DE 39 13 159 A1 ist ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Messung von wellenförmigen Deformationen an wenigstens einer Schienenoberseite (Schienenlauffläche) eines Schienenweges bekannt, wobei beim Durchfahren einer Messstrecke mit Hilfe zweier Sensoren und einer elektronischen Auswerteeinheit bei allen vorkommenden Wellenlängen und Wellenkonfigurationen eine sehr genaue Bestimmung der Welligkeit der Schienenoberflächen erreicht wird. Die Erzeugung der die Höhendifferenz darstellenden Ausgangssignale erfolgt dabei auf lichtoptischem und/oder elektronenoptischem und/oder elektronischen Wege.

[0008] Die DE 34 44 723 C2 beschreibt eine Vorrichtung zum Erfassen der Gleisgeometrie mit einem Laser, der auf einem schienenfahrbaren Fahrzeug angeordnet ist.

Nachteile des Standes der Technik:

[0009] Die manuelle Prüfung ist mit einem erheblichen zeitlichen und personellen Aufwand verbunden. Zudem müssen bei der manuellen Inspektion Sicherheitsvorkehrungen zum Arbeitsschutz und Schutz des Bahnbetriebes getroffen werden wie z.B. Sicherungsposten oder Streckensperrungen.

[0010] Optische Messsysteme in Schienenfahrzeugen erfordern einen hohen Wartungsaufwand an der Messtechnik (Verschmutzung) und sind daher nicht für einen automatisierten Einsatz geeignet.

[0011] Die indirekte Beurteilung der kurzwelligen Gleisgeometrie anhand gemessener Beschleunigungen hängt von mehreren Randbedingungen ab wie z.B. Fahrzeuggeschwindigkeit, Fehleramplitude und Fehlerlänge, so dass kein eindeutiger Rückschluss auf die kurzwellige Gleisgeometrie möglich ist.

[0012] Werden gemessene Beschleunigungen in eine formtreue Gleisgeometrie umgerechnet, dann ist darin wie bei allen Messsystemen auf Schienenfahrzeugen der Einfluss der Radsatzlast mit enthalten.

[0013] Um die Nachteile des Standes der Technik zu überwinden, liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, die kurzwellige geometrische Gleislage von einem Schienenfahrzeug aus zu erfassen und vom Einfluss der Radsatzlast zu trennen. Der Anteil ohne den Einfluss der Radsatzlast ist mit der manuellen Inspektion vergleichbar. Der verbleibende Anteil entspricht den langwelligen Gleislageabweichungen, welche sich aus langwelligen Gleislagestörungen und der Schieneneinsenkung unter dem Einfluss der Radsatzlast ergeben.

[0014] Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

[0015] Hierzu werden zwei Auswerteverfahren beschrieben, welche auf ortsäquidistante, formtreue vertikale Gleislagesignale angewendet werden, um diese in kurzwellige und langwellige Anteile aufzuteilen.

[0016] Für die Aufteilung nach Verfahren 1 können Filter verwendet werden, welche das ortsäquidistante formtreue vertikale Gleislagesignal im Ortsbereich filtern. Der unabhängige, getrennte Entwurf der beiden Filter welche den langwelligen Anteil und den kurzwelligen Anteil liefern sind nicht geeignet, da diese Filter neben unterschiedlichen Amplitudengängen auch unterschiedliche Phasengänge aufweisen und somit bei der Trennung der Signalanteile wesentliche Informationen verloren gehen.

[0017] Beim erfindungsgemäßen Verfahren 1 kommen daher zwei aufeinander abgestimmte Filter zum Einsatz, bei dem der Hochpass-Filter mit bekannten Filterentwurfstechniken entwickelt wird. Die Filtergrenzfrequenzen im Ortsbereich sowie die Filtersteilheit werden aus gemessenen Gleislagesignalen ermittelt, welche langwellige und kurzwellige

Gleislageabweichungen enthalten. Dies erfolgt beispielsweise mittels Spektralanalysen im Orts-Frequenz-Bereich.

[0018] Beim erfindungsgemäßen Verfahren 1 wird im ersten Schritt ein FIR-Hochpass-Filter (HP-Filter) mit der ermittelten Grenzfrequenz und Filtersteilheit mit linearem Phasengang entworfen. Der Filterentwurf liefert die Filterkoeffizienten $b_{k,HP}$.

[0019] Die Anwendung des FIR-Hochpass-Filters auf das ortsäquidistante formtreue vertikale Gleislagesignal $z[n]$ ergibt den kurzwelligen Anteil $z_{KW}[n]$.

[0020] FIR-Filter:

$$z_{KW}[n] = \sum_{k=-N}^N b_{k,HP} \cdot z[n-k]$$

[0021] Bei FIR-Filter mit linearem Phasengang können die Filterkoeffizienten $b_{k,TP}$ des entsprechenden Tiefpass-Filters direkt bestimmt werden.

$$b_{k,TP} = b_{k,AP} - b_{k,HP}$$

[0022] Wobei die Filterkoeffizienten $b_{k,AP}$ des Allpass-Filters folgendermaßen definiert sind:

$$b_{k,AP} = \begin{cases} 1; k = 0 \\ 0; k \neq 0 \end{cases}$$

[0023] Die Anwendung des Tiefpass-Filters auf das ortsäquidistante formtreue vertikale Gleislagesignal $z[n]$ ergibt den langwelligen Anteil $z_{LW}[n]$.

$$z_{LW}[n] = \sum_{k=-N}^N b_{k,TP} \cdot z[n-k]$$

[0024] Da in diesem Fall die Ordnung des Hochpass-Filters gleich der Ordnung des Tiefpass-Filters ist und zugleich beide Filter linearen Phasengang haben, ergibt sich für beide Filter die gleiche Gruppenlaufzeit. Das ortsäquidistante formtreue vertikale Gleislagesignal $z[n]$ wurde ohne Informationsverlust in die beiden Anteile z_{KW} und z_{LW} erlegt.

$$z = z_{KW} + z_{LW}$$

[0025] Für den Fall, dass im ersten Schritt ein FIR-Hochpass-Filter mit nicht linearer Phase oder ein IIR-Hochpass-Filter verwendet wurde, wird nach Verfahren 2 das ortsäquidistante formtreue vertikale Gleislagesignal $z[n]$ hochpassgefiltert.

[0026] Die Anwendung des Hochpass-Filters auf das ortsäquidistante formtreue vertikale Gleislagesignal $z[n]$ ergibt den kurzwelligen Anteil $z_{KW}[n]$.

[0027] Bei FIR-Filter:

$$z_{KW}[n] = \sum_{k=-N}^N b_{k,HP} \cdot z[n-k]$$

[0028] Bei IIR-Filter:

$$z_{KW}[n] = \sum_{k=0}^N b_{k,HP} \cdot z[n-k] - \sum_{k=0}^M a_{k,HP} \cdot z[n-k]$$

[0029] Den langwelligen Anteil $z_{LW}[n]$ von $z[n]$ erhält man durch Subtraktion von $z_{KW}[n]$ von $z[n]$.

$$z_{LW}[n] = z[n] - z_{KW}[n]$$

[0030] Damit die Aufteilung des ortsäquidistanten formtreuen vertikalen Gleislagesignals $z[n]$ ohne Informationsverlust erfolgen kann, darf der kurzwellige Anteil $z_{KW}[n]$ gegenüber dem Signal $z[n]$ keine Phasenverzerrung aufweisen. Dies wird erreicht, indem das Hochpass-Filter zweimal auf das Signal $z[n]$ angewendet wird, wobei bei der zweiten Filterung die Signalreihenfolge umgekehrt wird.

[0031] Durch die Subtraktion wurde das ortsäquidistante formtreue vertikale Gleislagesignal $z[n]$ ohne Informationsverlust in die beiden Anteile z_{KW} und z_{LW} erlegt.

$$z = z_{KW} + z_{LW}$$

Ausführungsbeispiel:

[0032] Anhand eines Ausführungsbeispiels soll nachfolgend die Anwendung des beschriebenen Verfahrens näher erläutert werden.

[0033] Dabei zeigen:

- Figur 1: einen Signalflussgraphen eines Hochpassfilters mit z als Eingangssignal und z_{KW} als Ausgangssignal
- Figur 2: die Amplitudengänge der HP-, und TP-Filter
- Figur 3: den Amplitudengang eines Allpass-Filters
- Figur 4: einen Signalflussgraphen für die Aufteilung der Gleislagegeometrie in kurzwellige und langwellige Anteile wobei FIR-Filter mit gleicher Filterordnung und linearen Phasengängen verwendet werden
- Figur 5: einen Signalflussgraph der Subtraktion z_{KW} von z
- Figur 6: den Amplituden- und Phasengang des Butterworth-Hochpassfilters
- Figur 7: die vertikalen Gleislageabweichungen $z[n]$, $z_{KW}[n]$ und $z_{LW}[n]$ eines Weichenherzstückes im Ortsbereich
- Figur 8: den Vergleich einer manuellen Messung an einem Weichenherzstück mit dem ermittelten kurzwelligen Anteil $z_{KW}[n]$ einer Messung aus einem Regelzug

[0034] Als Eingabe dient ein ortsäquidistantes formtreues vertikales Gleislagesignal $z[n]$ welches aus gemessenen Radsatzlager-Beschleunigungen berechnet wurde (Verfahren nach Schutzrechtsanmeldung DE 10 2008 062 143.9). Das äquidistante Ortsinkrement beträgt 0,2 m. Die Achslagerbeschleunigungen wurden unter einer Last von ca. 7 t gemessen. Das Signal zeigt die vertikale Geometrie eines Weichenherzstückes unter Last. Dieses Signal wird in den kurzwelligen Anteil, der Geometrie des Herzstückes entsprechenden Anteil, und den langwelligen Anteil, der Schienen-einsenkung unter Last (= Größe der Hohllage und langwellige Gleislageabweichung unter dem Weichenherzstück), zerlegt.

[0035] Im ersten Schritt wird ein Hochpass-Filter entworfen. Im Anwendungsbeispiel kommt ein Butterworth-Filter sechster Ordnung zum Einsatz. Die 3dB-Eckfrequenz beträgt 1/3m, so dass Wellenlängen größer 3 m aus dem Signal $z[n]$ herausgefiltert werden. Hierbei handelt es sich um ein IIR-Filter mit nichtlinearer Phase (Verfahren 2). Die Filterkoeffizienten $b_{k,HP}$ und $a_{k,HP}$ wurden wie folgt bestimmt.

$$b_{0,HP} = 0.490231200703569$$

$$b_{1,HP} = -2.941387204221414$$

$$b_{2,HP} = 7.353468010553535$$

$$b_{3,HP} = -9.804624014071381$$

$$b_{4,HP} = 7.353468010553535$$

$$b_{5,HP} = -2.941387204221414$$

$$b_{6,HP} = 0.490231200703569$$

$$a_{0,HP} = 1.000000000000000$$

$$a_{1,HP} = -4.585886346766142$$

$$a_{2,HP} = 8.895035945278623$$

$$a_{3,HP} = -9.319068686462629$$

$$a_{4,HP} = 5.552670292723525$$

$$a_{5,HP} = -1.781808943261143$$

$$a_{6,HP} = 0.240326630536351$$

[0036] Figur 6 zeigt den Amplituden- und Phasengang des Butterworth-Hochpassfilters.

[0037] Das ortsäquidistante formtreue vertikale Gleislagesignal $z[n]$ wird mit dem HP-Filter zweimal gefiltert, wobei bei zweiten Filtern die Signalreihenfolge umgekehrt wird und somit die Phasenverzerrung des HP-Filters vollständig kompensiert wird. Dieses hochpassgefilterte Signal ist die kurzwellige Gleisgeometrie im Herzstückbereich ohne Last.

[0038] Da der, im ersten Schritt verwendete, Butterworth-Hochpass-Filter einen nichtlinearen Phasengang hat, wird der langwellige Anteil $z_{LW}[n]$ von $z[n]$ durch Subtraktion ermittelt. Hierzu wird der kurzwellige Anteil $z_{KW}[n]$ vom ortsäquidistanten formtreuen vertikalen Gleislagesignal $z[n]$ subtrahiert. Als Ergebnis erhält man den langwelligen Anteil $z_{LW}[n]$. Dieser Anteil entspricht der Schieneneinsenkung unter dem Einfluss der Radsatzlast und entspricht der Größe der Hohllage und der langwelligen Gleislageabweichung unter dem Weichenherzstück.

[0039] In Figur 7 sind im Ortsbereich dargestellt:

- im oberen Teil: das ortsäquidistante formtreue vertikale Gleislagesignal $z[n]$
- im mittleren Teil: der kurzwellige Anteil $z_{KW}[n]$ von $z[n]$
- im unteren Teil: der langwellige Anteil $z_{LW}[n]$ von $z[n]$

[0040] In Figur 8 ist der Vergleich einer manuellen Messung an einem Weichenherzstück mit dem ermittelten kurzwelligen Anteil einer Messung aus einem Regelzug gegenübergestellt.

Patentansprüche

1. Verfahren zur verzerrungsfreien Trennung formtreuer Gleislagegeometrie in kurzwellige und langwellige Anteile ohne Informationsverlust

gekennzeichnet dadurch, dass

ein ortsäquidistantes, formtreues, vertikales Gleislagesignal in einen kurzwelligen Anteil, der Geometrie ohne Last entsprechend, und einen langwelligen Anteil, entsprechend der Einsenkung der Schiene unter Last mit langwelliger Gleislageabweichungen, zerlegt wird und für die verzerrungsfreie Trennung Filter im Ortsbereich verwendet werden und im ersten Schritt ein Filter mit bekannten Filterentwurfstechniken entworfen wird, wobei die charakteristische Filtergrenzfrequenz sowie die Filtersteilheit zuvor aus den gemessenen Gleislagesignalen ermittelt werden, welche langwellige und kurzwellige Gleislageabweichungen enthalten, wobei dies vorzugsweise mittels Spektralanalysen

im Orts-Frequenz-Bereich durchgeführt wird und abhängig vom gewählten Filtertyp, sowie des Phasengangs des Filters die Aufteilung des ortsäquidistanten, formtreuen, vertikalen Gleislagesignals erfolgt und bei der Verwendung eines FIR-Filters mit linearem Phasengang das zweite Filter ebenfalls linearen Phasengang und die gleiche Filterordnung wie das erste Filter hat und aus den Filterkoeffizienten des ersten Filters berechnet wird und durch die Anwendung der beiden Filter das ortsäquidistante, formtreue, vertikale Gleislagesignal ohne Informationsverlust in einen kurzwelligen und einen langwelligen Anteil aufgeteilt wird

oder
bei Verwendung eines FIR-Filters mit nichtlinearen Phasengang oder eines IIR-Filters für die verzerrungsfreie Trennung des ortsäquidistanten, formtreuen, vertikalen Gleislagesignals in einen kurzwelligen und einen langwelligen Anteil das Gleislagesignal gefiltert und eine Phasenverzerrung durch eine zweite Filterung mit dem selben Filter und umgekehrter Signalreihenfolge vollständig kompensiert wird, die charakteristische Filtergrenzfrequenz sowie die Filtersteilheit zuvor aus den gemessenen Gleislagesignalen ermittelt werden, welche langwellige und kurzwellige Gleislageabweichungen enthalten, wobei dies vorzugsweise mittels Spektralanalysen im Orts-Frequenz-Bereich erfolgt und abhängig von der Wahl des Filters der langwellige bzw. der kurzwellige Anteil des Gleislagesignals ermittelt wird, wobei der zugehörige zweite kurzwellige bzw. langwellige Anteil durch Subtraktion des zweifach gefilterten Gleislagesignals von der ursprünglichen Gleislage ermittelt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **gekennzeichnet dadurch, dass** der kurzwellige Anteil des Signals der Überlaufgeometrie von Weichen, Schienenausläufern, Isolierstößen entspricht und bewertet wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1, **gekennzeichnet dadurch, dass** der langwellige Anteil des Signals der Schieneneinsenkung unter Last und der langwelligen Gleislageabweichung entspricht und bewertet wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1 bis 3, **gekennzeichnet dadurch, dass** die ortsäquidistanten, formtreuen, vertikalen Gleislagesignale durch Messungen von Gleislageinspektionsfahrzeugen ermittelt werden.
5. Verfahren nach Anspruch 1 bis 4, **gekennzeichnet dadurch, dass** die ortsäquidistanten, formtreuen, vertikalen Gleislagesignale durch Messungen von Fahrzeugen im Regelbetrieb ermittelt werden.
6. Verfahren nach Anspruch 1 bis 5, **gekennzeichnet dadurch, dass** die ortsäquidistanten, formtreuen, vertikalen Gleislagesignale durch manuelle Messungen ermittelt werden.

Claims

1. A method for the distortion-free separation of true-to-form track position geometry into short-wave and long-wave fractions without information loss,
characterized in that
a locally equidistant, true-to-form, vertical track position signal is separated into a short-wave fraction corresponding to the geometry without a load and a long-wave fraction corresponding to the subsidence of the track under a load with long-wave track position deviations, wherein filters are used in the local range for the distortion-free separation and a filter is designed with known filter design techniques in the first step, wherein the characteristic filter limit frequency and the filter steepness are determined beforehand from the measured track position signals that contain long-wave and short-wave track position deviations, wherein this is preferably carried out by means of spectral analyses in the spatial frequency range and the separation of the locally equidistant, true-to-form, vertical track position signal takes place in dependence on the chosen filter type, as well as the phase response of the filter, wherein the second filter has, when using a FIR-filter with linear phase response, also a linear phase response and the same filter arrangement as the first filter and is calculated from the filter coefficients of the first filter, and wherein the locally equidistant, true-to-form, vertical track position signal is separated into a short-wave and a long-wave fraction due to the utilization of the two filters
or,
when using a FIR-filter with nonlinear phase response or an IIR-filter for the distortion-free separation of the locally equidistant, true-to-form, vertical track position signal into a short-wave and a long-wave fraction, the track position signal is filtered and a phase distortion is completely compensated by means of a second filtering with the same filter and the reverse signal sequence, wherein the characteristic filter limit frequency and the filter steepness are determined beforehand from the measured track position signals that contain long-wave and short-wave track position deviations, wherein this is preferably carried out by means of spectral analyses in the spatial frequency range and the long-wave or the short-wave fraction of the track position signal is respectively determined in depend-

ence on the choice of filter, and wherein the associated second short-wave or long-wave fraction is respectively determined by subtracting the twice-filtered track position signal from the original track position.

2. The method according to Claim 1, **characterized in that** the short-wave fraction of the signal corresponds to the crossing geometry of switches, feathered joints or insulated joints and is evaluated.
3. The method according to Claim 1, **characterized in that the** long-wave fraction of the signal corresponds to the rail subsidence under a load and the long-wave track position deviation and is evaluated.
4. The method according to Claims 1 to 3, **characterized in that the** locally equidistant, true-to-form, vertical track position signals are determined by means of measurements carried out by track position inspection vehicles.
5. The method according to Claims 1 to 4, **characterized in that the** locally equidistant, true-to-form, vertical track position signals are determined by means of measurements carried out by vehicles during normal operation.
6. The method according to Claims 1 to 5, **characterized in that the** locally equidistant, true-to-form, vertical track position signals are determined by means of manual measurements.

Revendications

1. Procédé de séparation non distorsive d'une géométrie de position de voie ajustée en parties à onde courte et à onde longue sans perte d'informations,
caractérisé en ce que
 un signal de position de voie vertical ajusté et équidistant localement est décomposé en une partie à onde courte sans charge en fonction de la géométrie et en une partie à onde longue en fonction de l'enfoncement du rail sous charge avec des écarts de position de voie à onde longue et que des filtres sont utilisés pour la séparation non distorsive dans le secteur localisé et, en première étape, un filtre ayant des particularités de conception connues est conçu, la fréquence de limite de filtration caractéristique et la pente de filtration étant d'abord déterminées à partir des signaux de position de voie mesurés qui contiennent des écarts de position de voie à onde longue et à onde courte, ceci étant effectué de préférence au moyen d'analyses spectrales dans la plage de fréquence locale et la répartition du signal de voie vertical ajusté et équidistant localement étant faite en fonction du type de filtre sélectionné et de la courbe de phase du filtre et, en cas d'utilisation d'un filtre FIR à courbe de phase linéaire, le second filtre ayant également une courbe de phase linéaire et le même agencement de filtration que le premier filtre et étant calculé à partir des efficacités de filtration du premier filtre et le signal de position de voie vertical ajusté et équidistant localement étant divisé en utilisant les deux filtres en une partie à onde courte et une partie à onde longue sans perte d'informations en utilisant les deux filtres,
 ou,
 en cas d'utilisation d'un filtre FIR ayant une courbe de phase non linéaire ou d'un filtre IIR pour la séparation non distorsive du signal de position de voie vertical ajusté et équidistant localement en une partie à onde courte et une partie à onde longue, le signal de position de voie est filtré et une distorsion de phase est compensée entièrement par une deuxième filtration à l'aide du même filtre et d'une succession inverse de signaux, la fréquence de limite de filtration caractéristique et la pente de filtration sont d'abord déterminées à partir des signaux de position de voie qui contiennent des écarts de position de voie à onde longue et à onde courte, ceci étant effectué de préférence au moyen d'analyses spectrales dans la plage de fréquence locale et la partie à onde longue ou à onde courte du signal de voie vertical étant déterminée en fonction du choix du filtre, la seconde partie à onde courte ou à onde longue concernée étant déterminée par soustraction du signal de position de voie filtré deux fois de la position de voie d'origine.
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la partie à onde courte du signal équivaut à la géométrie de roulement sur des aiguillages, portions de rails, traverses isolantes et est évaluée.
3. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la partie à onde longue du signal équivaut à l'enfoncement sous charge et à l'écart de position des voies à onde longue et est évaluée.
4. Procédé selon les revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** les signaux de position de voie verticaux ajustés et équidistants localement sont déterminés par des mesures de véhicules d'inspection de position des voies.

EP 2 269 887 B1

5. Procédé selon les revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** les signaux de position de voie verticaux ajustés et équidistants localement sont déterminés par des mesures de véhicules fonctionnant normalement.
6. Procédé selon les revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** les signaux de position de voie verticaux ajustés et équidistants localement sont déterminés par des mesures manuelles.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

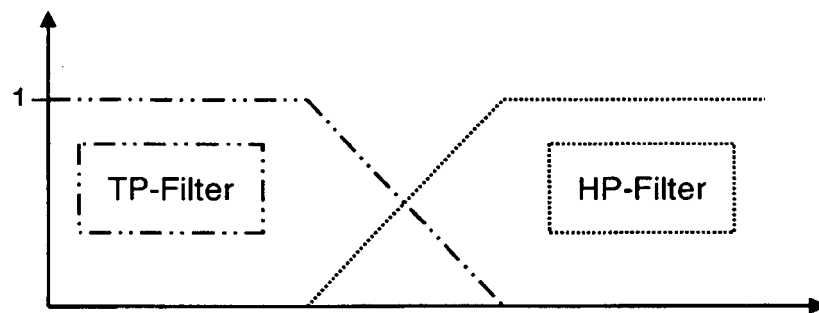
50

55

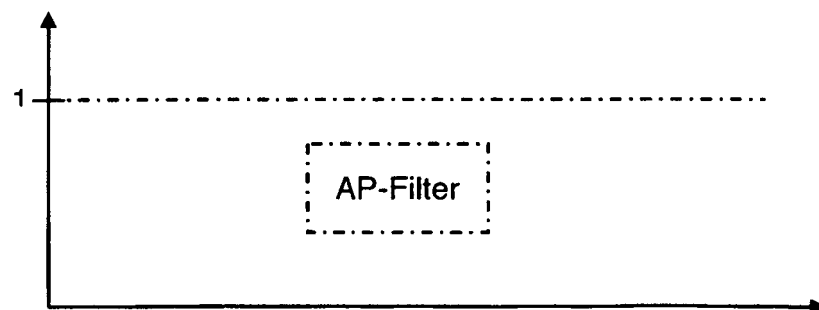
Figur 1



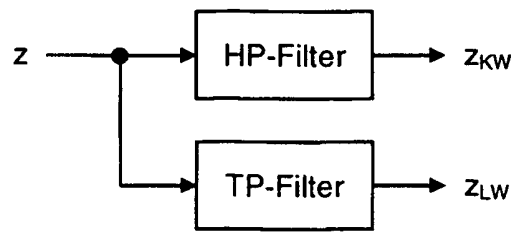
Figur 2



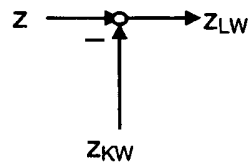
Figur 3



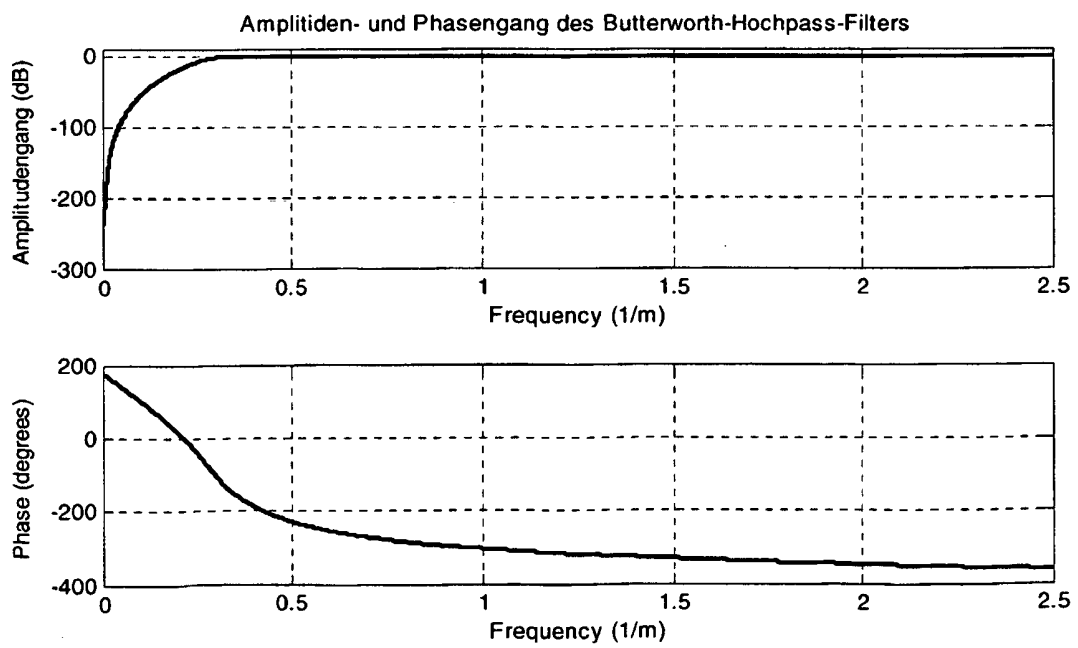
Figur 4



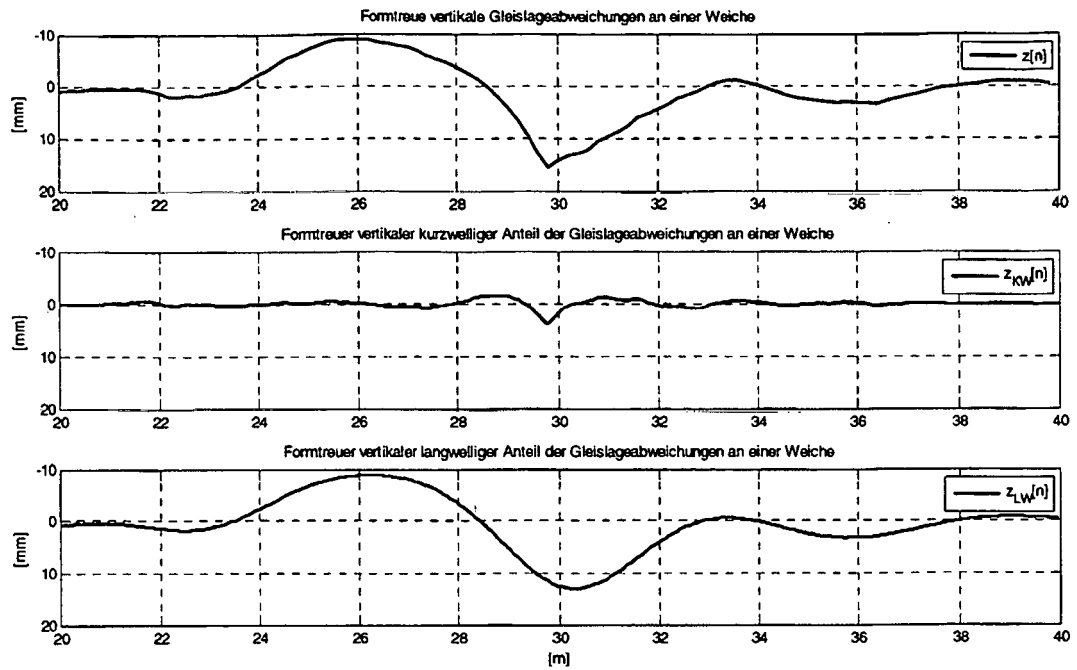
Figur 5



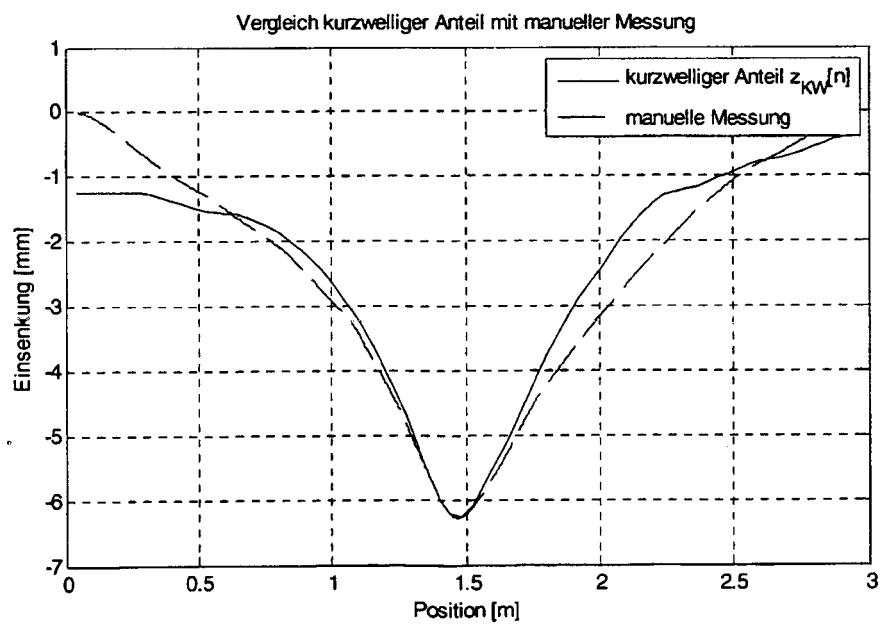
Figur 6



Figur 7



Figur 8



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 2617192 A1 **[0002]**
- DE 3008440 C2 **[0006]**
- DE 3913159 A1 **[0007]**
- DE 3444723 C2 **[0008]**
- DE 102008062143 **[0034]**