



(11)

EP 2 269 887 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
05.01.2011 Patentblatt 2011/01

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

(21) Anmeldenummer: **10001974.4**(22) Anmeldetag: **26.02.2010**

(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**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA RS

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

(71) Anmelder: **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)**

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

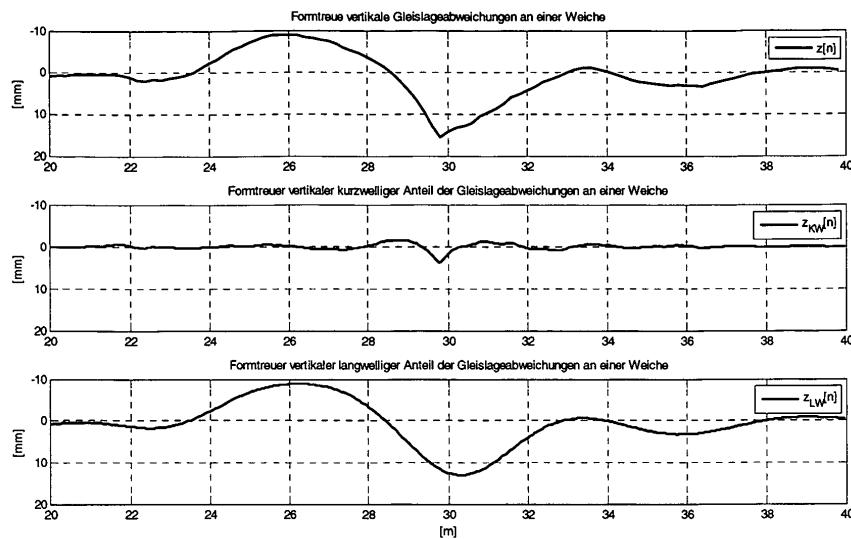
(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Ermittlung von kurzwelliger Gleislagegeometrie und der Schieneneinsenkungen unter Last.

Dies wird erfindungsgemäß dadurch erreicht, dass ein ortsäquidistantes, formtreues, vertikales Gleislagesignal in einen kurzweligen Anteil und einen langweiligen Anteil zerlegt wird und für die verzerrungsfreie Trennung ein Filterpaar bestehend aus einem FIR-Hoch- und einem FIR-Tiefpassfilter verwendet wird, wobei beide Filter li-

nearen Phasengang aufweisen und die gleiche Filterordnung haben
oder

für eine verzerrungsfreie Trennung ein FIR-Filter mit nichtlinearer Phase oder ein IIR-Filter verwendet wird, wobei die Filtergrenzfrequenzen sowie die Filtersteilheit aus den gemessenen Gleislagesignalen ermittelt werden, welche langweilige und kurzwellige Gleislageabweichungen enthalten, wobei dies vorzugsweise mittels Spektralanalysen im Orts-Frequenz-Bereich erfolgt.

Figur 7



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] 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.

[0003] 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.

[0004] 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.

[0005] Bekannt ist eine Vorrichtung zur Messung von wellenförmigen Deformierungen der Schienenoberfläche 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).

[0006] 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.

[0007] Die DE 34 44 723 C2 beschreibt eine Vorrichtung zum Erfassen der Gleisgeometrie mit einem Laser, der auf einem schienenfahrbaren Fahrzeug angeordnet ist.

30 Nachteile des Standes der Technik:

[0008] 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.

[0009] Optische Messsysteme in Schienenfahrzeugen erfordern einen hohen Wartungsaufwand an der Messtechnik (Verschmutzung) und sind daher nicht für einen automatisierten Einsatz geeignet.

[0010] Die indirekte Beurteilung der kurzweligen 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.

[0011] Werden gemessene Beschleunigungen in eine formtreue Gleisgeometrie umgerechnet, dann ist darin wie bei allen Messsystemen auf Schienenfahrzeugen der Einfluss der Radsatzlast mit enthalten.

[0012] 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.

[0013] Hierzu werden zwei Auswerteverfahren beschrieben, welche auf ortssäquidistante, formtreue vertikale Gleislagesignale angewendet werden, um diese in kurzwellige und langwellige Anteile aufzuteilen.

[0014] Für die Aufteilung nach Verfahren 1 können Filter verwendet werden, welche das ortssäquidistante formtreue vertikale Gleislagesignal im Ortsbereich filtern. Der unabhängige, getrennte Entwurf der beiden Filter welche den langwelligen Anteil und den kurzweligen 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.

[0015] 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.

[0016] Beim erfindungsgemäßen Verfahren 1 wird im ersten Schritt ein FIR-Hochpass-Filter (HP-Filter) mit der ermit-

telten Grenzfrequenz und Filtersteilheit mit linearem Phasengang entworfen. Der Filterentwurf liefert die Filterkoeffizienten $b_{k,HP}$.

[0017] Die Anwendung des FIR-Hochpass-Filters auf das ortsäquidistante formtreue vertikale Gleislagesignal $z[n]$ ergibt den kurzwelligen Anteil $z_{KW}[n]$.

5 [0018] FIR-Filter:

$$10 \quad z_{KW}[n] = \sum_{k=-N}^N b_{k,HP} \cdot z[n-k]$$

[0019] Bei FIR-Filter mit linearem Phasengang können die Filterkoeffizienten $b_{k,TP}$ des entsprechenden Tiefpass-Filters direkt bestimmt werden.

15

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

20 [0020] Wobei die Filterkoeffizienten $b_{k,AP}$ des Allpass-Filters folgendermaßen definiert sind:

$$25 \quad b_{k,AP} = \begin{cases} 1; k = 0 \\ 0; k \neq 0 \end{cases}$$

[0021] Die Anwendung des Tiefpass-Filters auf das ortsäquidistante formtreue vertikale Gleislagesignal $z[n]$ ergibt den langwelligen Anteil $z_{LW}[n]$.

30

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

35

[0022] 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.

40

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

45

[0023] 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.

50 [0024] Die Anwendung des Hochpass-Filters auf das ortsäquidistante formtreue vertikale Gleislagesignal $z[n]$ ergibt den kurzwelligen Anteil $z_{KW}[n]$.

[0025] Bei FIR-Filter:

$$55 \quad z_{KW}[n] = \sum_{k=-N}^N b_{k,HP} \cdot z[n-k]$$

[0026] Bei IIR-Filter:

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

5

[0027] Den langwelligen Anteil $z_{LW}[n]$ von $z[n]$ erhält man durch Subtraktion von $z_{KW}[n]$ von $z[n]$.

10

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

[0028] 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.

[0029] Durch die Subtraktion wurde das ortsäquidistante formtreue vertikale Gleislagesignal $z[n]$ ohne Informationsverlust in die beiden Anteile z_{KW} und z_{LW} erlegt.

20

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

Ausführungsbeispiel:

[0030] Anhand eines Ausführungsbeispiels soll nachfolgend die Anwendung des beschriebenen Verfahrens näher erläutert werden.

[0031] Dabei zeigen:

- Figur 1: einen Signalflussgrafen 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 Signalflussgrafen 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 kurzweligen Anteil $z_{KW}[n]$ einer Messung aus einem Regelzug

[0032] 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 kurzweligen 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.

[0033] 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 Filterko-

effizienten $b_{k,HP}$ und $a_{k,HP}$ wurden wie folgt bestimmt.

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

5 $b_{1,HP} = -2.941387204221414$

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

10 $b_{3,HP} = -9.804624014071381$

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

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

15 $b_{6,HP} = 0.490231200703569$

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

20 $a_{1,HP} = -4.585886346766142$

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

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

25 $a_{4,HP} = 5.552670292723525$

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

30 $a_{6,HP} = 0.240326630536351$

[0034] Figur 6 zeigt den Amplituden- und Phasengang des Butterworth-Hochpassfilters.

[0035] 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.

[0036] 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 langwellige Gleislageabweichung unter dem Weichenherzstück.

[0037] 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 $z[n]$

[0038] In Figur 8 ist der Vergleich einer manuellen Messung an einem Weichenherzstück mit dem ermittelten kurzwelligen Anteil einer Messung aus einem Regelzug gegenübergestellt.

50 Patentansprüche

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

gekennzeichnet dadurch, dass

55 ein ortsäquidistantes, formtreues, vertikales Gleislagesignal in einen kurzweligen 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 linearen 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.

- 20 2. Verfahren nach Anspruch 1, **gekennzeichnet dadurch, dass** der kurzwellige Anteil des Signals der Überlaufgeometrie von Weichen, Schienenauszügen, 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.
- 25 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.
- 30 6. Verfahren nach Anspruch 1 bis 5, **gekennzeichnet dadurch, dass** die ortsäquidistanten, formtreuen, vertikalen Gleislagesignale durch manuelle Messungen ermittelt werden.

35

40

45

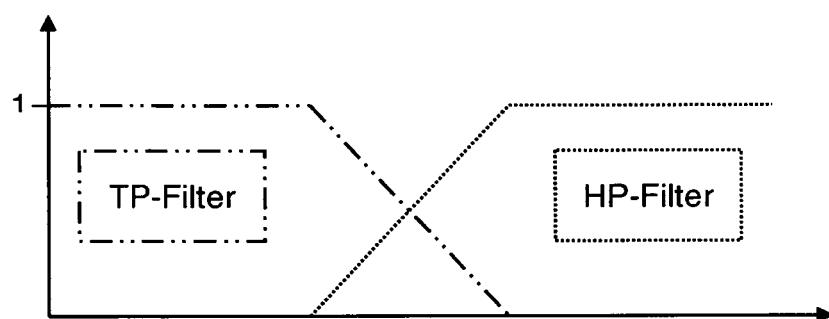
50

55

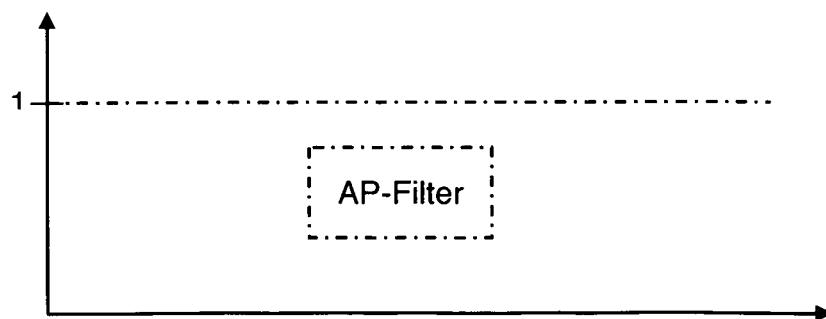
Figur 1



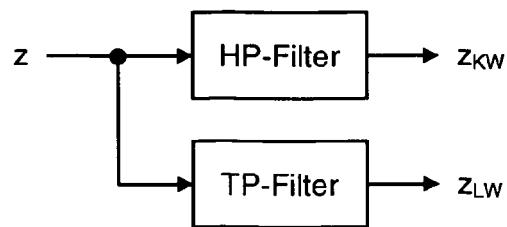
Figur 2



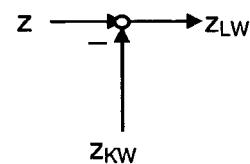
Figur 3



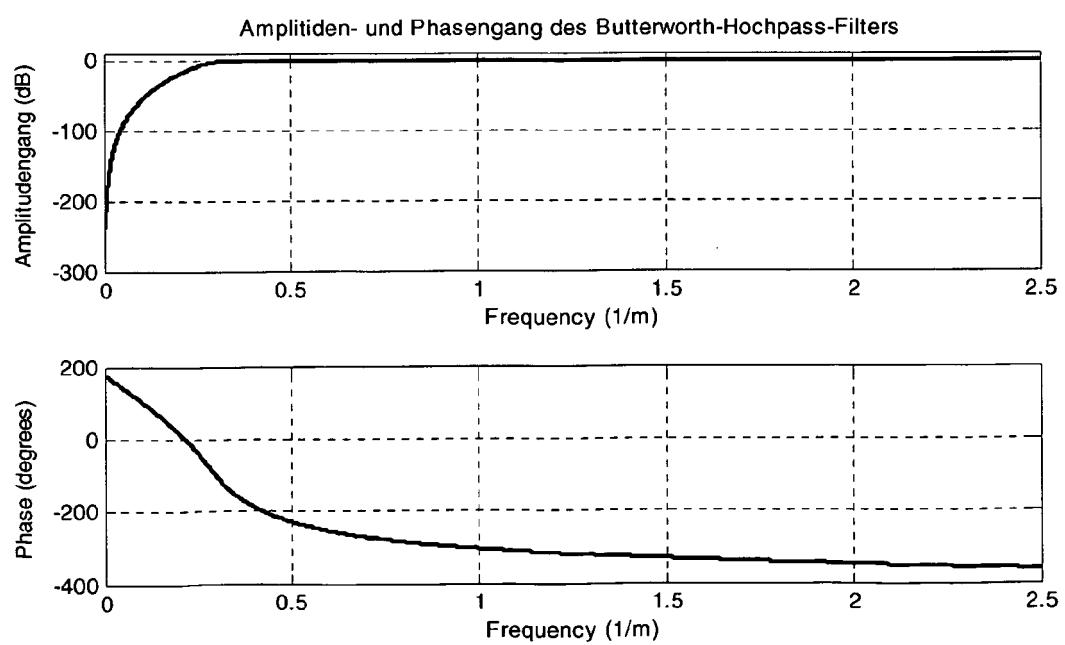
Figur 4



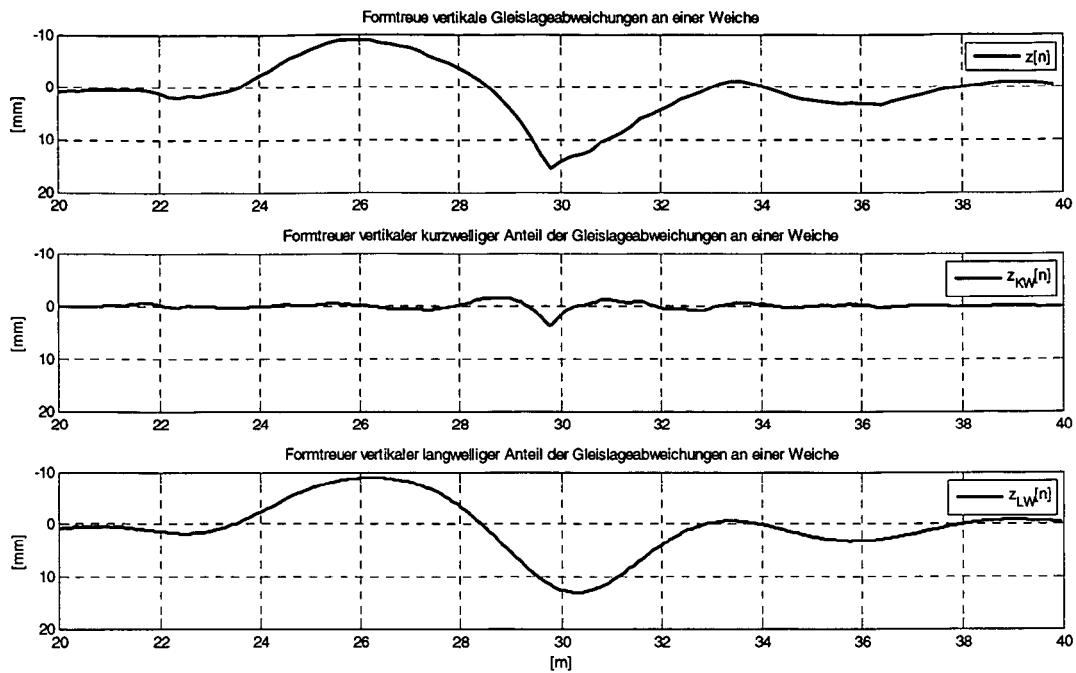
Figur 5



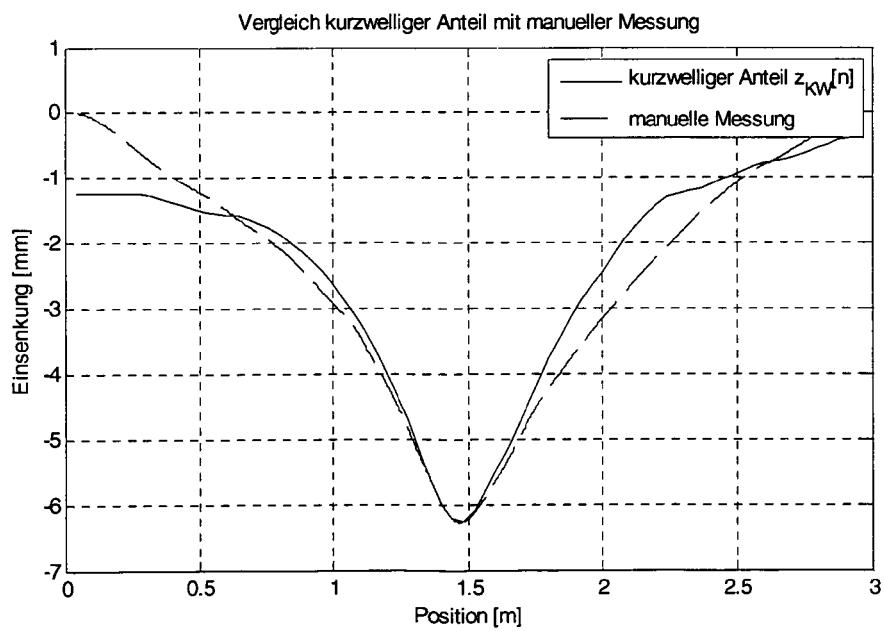
Figur 6



Figur 7



Figur 8





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 10 00 1974

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betreift Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	DE 26 17 192 A1 (SCHEUCHZER FILS AUGUSTE) 4. November 1976 (1976-11-04) * Seite 5, Zeile 17 - Seite 8, Absatz 4; Abbildungen 1-11 *	1	INV. B61K9/08 B61L23/04
A	DE 103 37 976 A1 (DB NETZ AG [DE]) 1. April 2004 (2004-04-01) * das ganze Dokument *	1	
RECHERCHIERTE SACHGEBiete (IPC)			
B61K B61L E01B G01B G01M G01C			
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
1	Recherchenort Den Haag	Abschlußdatum der Recherche 28. September 2010	Prüfer Chlost, Peter
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		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	
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			

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

EP 10 00 1974

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patendokumente 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.

28-09-2010

Im Recherchenbericht angeführtes Patendokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
DE 2617192	A1	04-11-1976		AT 343713 B CA 1065600 A1 CH 592781 A5 FR 2308733 A1 IT 1059705 B US 4075888 A		12-06-1978 06-11-1979 15-11-1977 19-11-1976 21-06-1982 28-02-1978
DE 10337976	A1	01-04-2004		AU 2003258632 A1 WO 2004029825 A1 EP 1543439 A1		19-04-2004 08-04-2004 22-06-2005

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 3008440 C2 [0005]
- DE 3913159 A1 [0006]
- DE 3444723 C2 [0007]
- DE 102008062143 [0032]