

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: **A 908/2005**
(22) Anmeldetag: **25.05.2005**
(43) Veröffentlicht am: **15.08.2007**

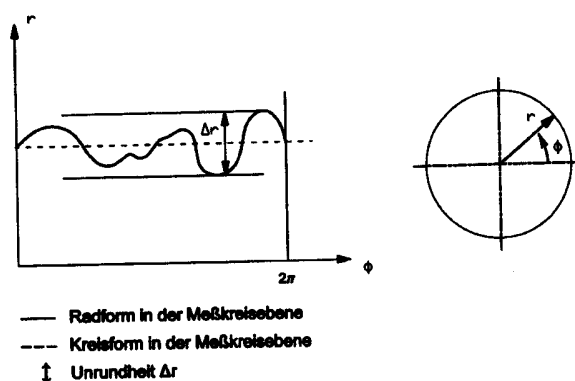
(51) Int. Cl.⁸: **B61K 9/12** (2006.01),
G01M 17/10 (2006.01)

(73) Patentanmelder:

HOTTINGER BALDWIN MESSTECHNIK
GMBH
A-1230 WIEN (AT)

(54) **VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR ERFASSUNG VON RADFORMEN VON SCHIENENRÄDERN**

(57) Verfahren zur Erfassung von Radformen von Schienenrädern mit Hilfe einer Messstrecke aus einer Reihe von an den Schienen angebrachten Messelementen, welche Kraftwirkungen aufnehmen und entsprechende elektrische Signale einer elektronischen Auswerteeinrichtung zur Darstellung der Radformen zuführen, wobei von den Messelementen Signale abgeleitet werden, welche die Bewegung der Schiene in der Vertikalrichtung und vorzugsweise auch in der Querrichtung angeben, und sodann in der Auswerteeinrichtung aus den Signalen ein Informationsarray gebildet wird, das zumindest einem Radumfang entspricht, wobei das periodische Signal der Radformen mit Hilfe einer Fourierentwicklung ausgewertet wird.



005455

Zusammenfassung:

Verfahren zur Erfassung von Radformen von Schienenrädern mit Hilfe einer Meßstrecke aus einer Reihe von an den Schienen angebrachten Meßelementen, welche Kraftwirkungen aufnehmen und entsprechende elektrische Signale einer elektronischen Auswerteeinrichtung zur Darstellung der Radformen zuführen, wobei von den Meßelementen Signale abgeleitet werden, welche die Bewegung der Schiene in der Vertikalrichtung und vorzugsweise auch in der Querrichtung angeben, und sodann in der Auswerteeinrichtung aus den Signalen ein Informationsarray gebildet wird, das zumindest einem Radumfang entspricht, wobei das periodische Signal der Radformen mit Hilfe einer Fourierentwicklung ausgewertet wird.

(Fig. 1)

PATENTANWÄLTE

005455

DIPL.-ING. WALTER HOLZER
DIPL.-ING. OTTO PFEIFER
DIPL.-ING. DR. TECHN. ELISABETH SCHOBER

A-1010 WIEN, SCHOTTENRING 16, BÖRSEGEBÄUDE

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Erfassung von Radformen von Schienenrädern.

Abweichungen der Radform der Schienenräder von der idealen Kreisform verursachen eine erhöhte Beanspruchung des Gleises und des rollenden Materials mit Beeinträchtigung der Transportqualität und entsprechender Kostenbelastung.

Aus der EP 1 212 228 B1 ist bereits eine Anlage zur Feststellung von Unrundheiten und Flachstellen an Fahrzeugrädern von Schienenfahrzeugen bekannt, die innerhalb einer vorgegebenen Meßstrecke mehrere Kraftaufnehmer zur Ermittlung der auf die Schienen wirkenden Vertikalkräfte aufweist. Die Kraftaufnehmer sind als Wägezellen ausgebildet, welche zwischen den Schienen und ortsfesten Schwellen angeordnet sind. Eine elektronische Auswerteeinrichtung errechnet beim Überfahren der Meßstrecke aus den Vertikalkraftsignalen eine mittlere Gewichtsbelastung und vergleicht diese mit dem zeitlichen Signalverlauf. Bei Überschreiten einer vorgegebenen Abweichung wird die Unrundheit bzw. Flachstelle angezeigt. Bei dieser bekannten Anlage erweist sich die Anwendung von Wägezellen, vor allem wegen ihrer komplizierten Ausbildung, als nachteilig.

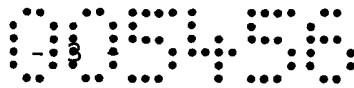
Die vorliegende Erfindung zielt darauf ab, ein verfeinertes Verfahren und eine entsprechende Vorrichtung zur Erfassung der Formen von Schienenrädern zu schaffen.

005458

Ein erfindungsgemäßes Verfahren zur Erfassung von Radformen von Schienenrädern mit Hilfe einer Meßstrecke aus einer Reihe von an den Schienen angebrachten Meßelementen, welche Krafteinwirkungen aufnehmen und entsprechende elektrische Signale einer elektronischen Auswerteeinrichtung zur Darstellung der Radformen zuführen, zeichnet sich dadurch aus, daß von den Meßelementen Signale abgeleitet werden, welche die Bewegung der Schiene in der Vertikalrichtung und vorzugsweise auch in der Querrichtung angeben, und daß sodann in der Auswerteeinrichtung aus den Signalen ein Informationsarray gebildet wird, das zumindest einem Radumfang entspricht, wobei das periodische Signal der Radformen mit Hilfe einer Fourierentwicklung ausgewertet wird.

Vorzugsweise wird ein Informationsarray aus mehreren Informationszellen gebildet, derart, daß sich ihre Signalanteile stetig aneinanderfügen. Nach einem weiteren Verfahrensmerkmal wird in der Auswerteeinrichtung eine kontinuierliche Darstellung der Signale als Funktion des Drehwinkels des zu prüfenden Rades vorgenommen.

Gegenstand der Erfindung ist auch eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens mit einer Meßstrecke aus einer Reihe von an den Schienen angebrachten Meßelementen und einer mit diesen verbundenen elektronischen Signalauswerteeinrichtung zur Darstellung der Radformen, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßelemente am Schienensteg oder am Schienenfuß angebracht sind und als Beschleunigungsaufnehmer ausgebildet sind.



Alternativ sind die Meßelemente am Schienenkopf angebracht und geben Beschleunigungssignale ab.

Im Rahmen der Erfindung werden zweckmäßig als Meßelemente Dehnungsmeßstreifen, vorzugsweise unter einem Winkel von 45° zur neutralen Faser, aufgebracht. Dabei können am Schienensteg in der neutralen Faser Dehnungsmeßstreifen unter einem negativen und einem positiven 45° -Winkel zur neutralen Faser aufgebracht sein.

Der Signalauswertung in der Auswerteeinrichtung wird somit erfindungsgemäß die Erkenntnis zugrundegelegt, daß die durch die Radformen bedingte zeitweilige Vertikalverschiebung des Schienenkopfes als flüchtige Schienenreaktion abgebildet und als Dehnungs- und/oder Beschleunigungssignal erfaßt werden kann. Mit dieser Schienenreaktion ist eine Wellenausbreitung in der Schiene (in der und gegen die Fahrtrichtung) verbunden, die in dem betrachteten Radaufstandpunkt und in seiner unmittelbaren Umgebung einen wandernden Knoten aufweist. Die radformbedingte Verschiebung dominiert im Knotenpunkt. Die Verhältnisse ändern sich erst, wenn das Rad anfängt abzuheben, wodurch die Knotenrandbedingung verlorenggeht. Es werden „Informationszellen“ gebildet, die aneinandergefügt ein „Informationsarray“ bilden, derart, daß sich ihre Signalanteile stetig aneinanderfügen. Dieser Sachverhalt bietet eine Kontrollmöglichkeit.

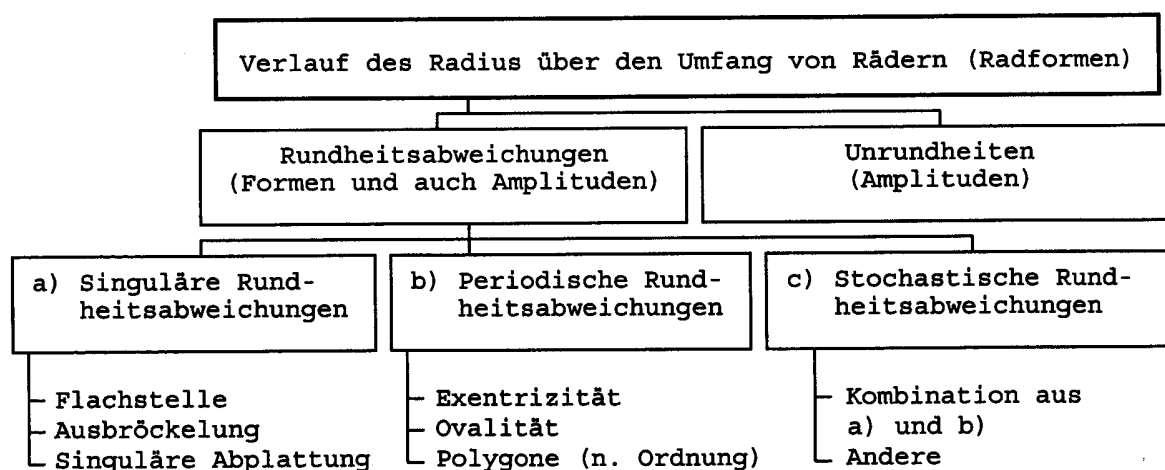
Die Schieneneinsenkungen werden in relevante Anteile infolge der Radlast (durch Radformabweichungen und sonstige

Schienenbewegungen) für die Radformabweichungsbeurteilung zerlegt und in der unmittelbaren Umgebung des Radaufstandspunktes berücksichtigt.

Für die Ermittlung der Radformen, insbesondere von längerwelligen Exzentrizitäten, Ovalitäten (usw.), sind allerdings Rollgeschwindigkeiten der Räder von mindestens 40 km/h erforderlich.

Die Erfindung wird nachfolgend an einem Ausführungsbeispiel unter Bezugnahme auf die Zeichnungen näher erläutert, die in Fig. 1 ein schematisches Diagramm der Unrundheit eines Schienenrades und in Fig. 2 eine schematische Darstellung der Kraftaufnehmer an einer Schiene zeigen.

Fig. 1 zeigt in einem Diagramm die Unrundheit eines Rades, wobei als Rundheitsabweichung jede Art von Radiusabweichung gegenüber dem Kreis bezeichnet wird. Bei den Rundheitsabweichungen wird zwischen den nachstehenden Formen unterschieden:



Anhand der Meßwerterfassung wird nachstehend das Funktionsprinzip der Meßstrecke beschrieben.

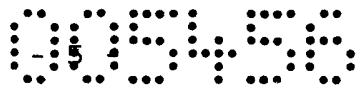
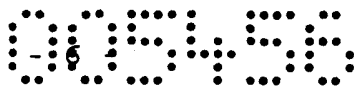


Fig. 2 zeigt eine ortsfeste Meßstelle mit zwischen zwei Schwellen 1 an einer von diesen abgestützten Schiene 2 vorgesehenen Sensoren 3', 3'', 3''', die zumindest entweder am Schienenkopf 2' oder am Schienensteg 2'' oder am Schienenfuß 2''' angeordnet sind. Auch eine Kombination von Sensoren ist möglich. Die Sensoren sind piezoelektrische Beschleunigungssensoren und/oder z.B. unter 45° im positiven und negativen Sinn aufgebrachte Dehnungsmeßstreifen, welche die Dehnung bzw. Beschleunigung der Schiene 2 in der Vertikalrichtung und in der Quer- richtung aufnehmen und an eine nicht gezeigte Datenverarbeitungsanlage weiterleiten, in der ein Informationsarray gebildet wird. Das Informationsarray setzt sich aus mehreren Informationszellen zusammen.

Das zu prüfende Rad bildet beispielsweise seine Unrundheit auf der Schiene mit der Periodizität des Radumfanges ab. Der Radumfang u wird aus dem Raddurchmesser D gebildet, der seinerseits z.B. mit Hilfe meßtechnischer Laseroptik oder direkt aus dem Informationsarray gebildet wird. Das Rad läuft mit einem zufälligen Anfangswinkel in das Array ein, der praktisch den „Nullwinkel“ der Unrundheitsdarstellung bildet.

Das Beschleunigungssignal ist dann positiv, wenn der Schienenkopf nach „unten“, also in Richtung Erdmittelpunkt beschleunigt wird. Daraus folgt, daß ein „Unrundheitsberg“ in Richtung positiver Beschleunigung, ein „Unrundheitstal“ in Richtung negativer Beschleunigung weist.



Das reduzierte periodische Beschleunigungssignal $\ddot{z}_{red}(\varphi)$ der Unrundheit kann durch eine diskrete Fourierreihe mit der Periodendauer $T = u/v$ dargestellt werden. Zur Verknüpfung von Meßzeit (Zeitindex) und Drehwinkel φ des zu prüfenden Rades wird die Fahrgeschwindigkeit v des überrollenden Rades im Verlauf der Meßstrecke berücksichtigt. Es gilt dann mit der Winkelgeschwindigkeit $\omega = d\varphi/dt$

$$\omega = 2\pi/T = \frac{2\pi}{u/v} = \frac{2v}{D} \quad \text{und} \quad \varphi = \omega t$$

$$\ddot{z}(\omega t) = \ddot{z}(\omega t + iq), \quad i = \pm 1, \pm 2, \dots,$$

φ ist der Drehwinkel des Rades, q ist die Grundperiode des Zeitverlaufes.

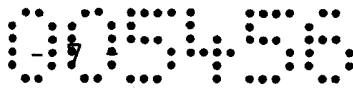
In der Auswerteeinrichtung wird die Fourierreihe in komplexer Schreibweise ($\underline{c}$ komplexe Zahl) behandelt. Es ist dann

$$\ddot{z}_k(\varphi) = \sum_{n=-k}^k \underline{c}_n e^{jn \frac{2\omega t}{D}} \Rightarrow \mathfrak{J}(p) \quad \text{mit} \quad p = jn \frac{2}{D} \omega t$$

$$n = 0, \pm 1, \pm 2, \dots, \pm k$$

$$\text{mit} \quad a_n = \underline{c}_{-n} + \underline{c}_n \quad \text{bzw} \quad b_n = -\frac{1}{j}(\underline{c}_{-n} - \underline{c}_n)$$

Man erhält durch die Fourierentwicklung die spektrale Darstellung der Beschleunigung. Es interessiert aber die Schienenbewegung selbst, auf die sich die Radform abbildet. Deshalb muß deren Spektrum noch durch zweimalige Integration ermittelt werden. Stehen die Harmonischen der Radformen erst einmal zur Verfügung, sind verschiedene Darstellungen der Radformen möglich.



Ansprüche:

1. Verfahren zur Erfassung von Radformen von Schienenrädern mit Hilfe einer Meßstrecke aus einer Reihe von an den Schienen angebrachten Meßelementen, welche Kraftwirkungen aufnehmen und entsprechende elektrische Signale einer elektronischen Auswerteeinrichtung zur Darstellung der Radformen zuführen, dadurch gekennzeichnet, daß von den Meßelementen Signale abgeleitet werden, welche die Bewegung der Schiene in der Vertikalrichtung und vorzugsweise auch in der Querrichtung angeben, und daß sodann in der Auswerteeinrichtung aus den Signalen ein Informationsarray gebildet wird, das zumindest einem Radumfang entspricht, wobei das periodische Signal der Radformen mit Hilfe einer Fourierentwicklung ausgewertet wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein Informationsarray aus mehreren Informationszellen gebildet wird, derart, daß sich ihre Signalanteile stetig aneinanderfügen, wobei vorzugsweise die Schieneneinsenkungen in relevante Anteile zerlegt und in der unmittelbaren Umgebung des Radaufstandspunktes berücksichtigt werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß in der Auswerteeinrichtung eine kontinuierliche Darstellung der Signale als Funktion des Drehwinkels des zu prüfenden Rades vorgenommen wird.

4. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 3, mit einer Meßstrecke aus einer Reihe von an den Schienen angebrachten Meßelementen und einer mit diesen verbundenen elektronischen Signalauswerteeinrichtung zur Darstellung der Radformen, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßelemente am Schienensteg oder am Schienenfuß angebracht sind und als Beschleunigungsaufnehmer ausgebildet sind.

5. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 3, mit einer Meßstrecke aus einer Reihe von an den Schienen angebrachten Meßelementen und einer mit diesen verbundenen elektronischen Signalauswerteeinrichtung zur Darstellung der Radformen, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßelemente am Schienenkopf angebracht sind und Beschleunigungssignale abgeben.

4. Vorrichtung nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß als Meßelemente Dehnungsmeßstreifen, vorzugsweise unter einem Winkel von 45° zur neutralen Faser, aufgebracht sind.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß am Schienensteg in der neutralen Faser Dehnungsmeßstreifen unter einem negativen und einem positiven 45° -Winkel zur neutralen Faser aufgebracht sind.

6. Vorrichtung nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß piezoelektrische Meßelemente aufgebracht sind.

011130

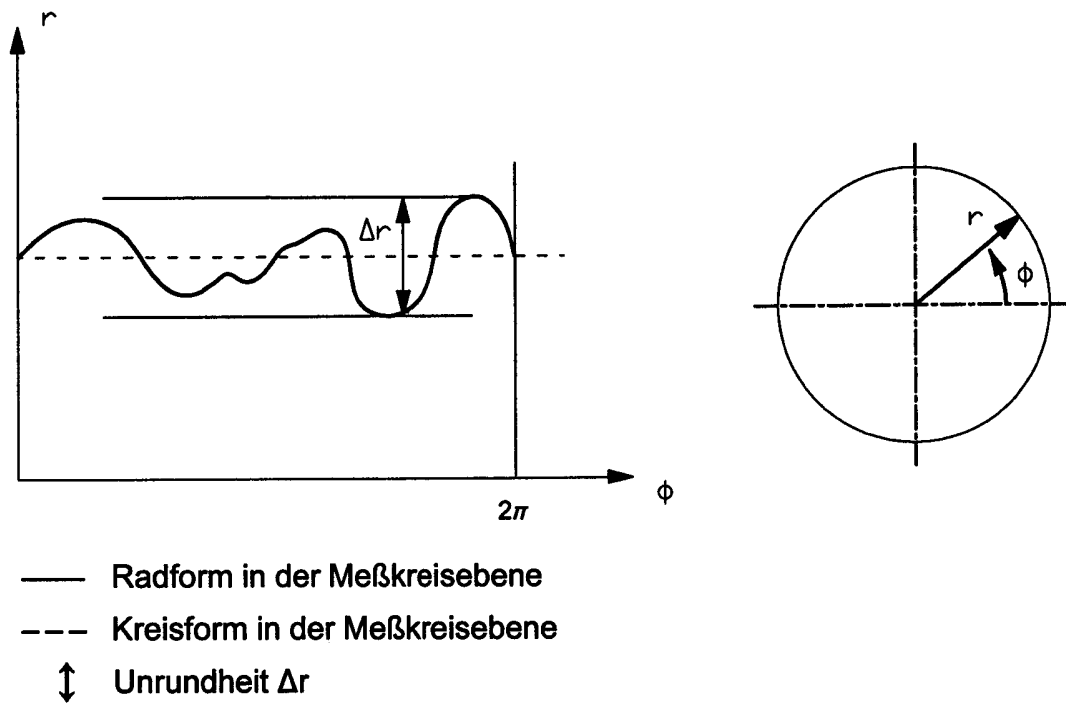


Fig. 1

NACHGEREICHT

011130

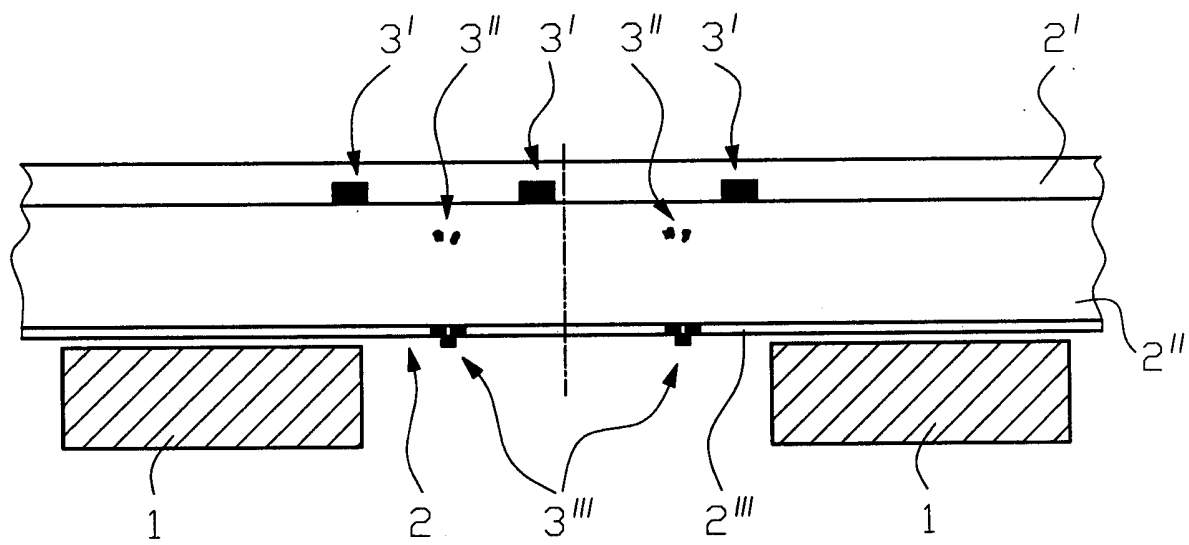


Fig. 2

NACHGEREICHT

Österreichische Patentanmeldung A 908/2005, 2A/B61K

Hottinger Baldwin Messtechnik GmbH
Wien (AT)

Neue Ansprüche:

1. Verfahren zur Erfassung von Radformen von Schienenrädern mit Hilfe einer Meßstrecke aus einer Reihe von an den Schienen angebrachten Meßelementen, von denen zumindest einige durch Dehnungsmeßstreifen gebildet sind, welche Kraftwirkungen aufnehmen und entsprechende elektrische Signale einer elektronischen Auswerteeinrichtung zur Darstellung der Radformen zuführen, dadurch gekennzeichnet, daß von den Meßelementen Beschleunigungssignale abgeleitet werden, welche die Bewegung der Schiene in der Vertikalrichtung und vorzugsweise auch in der Querrichtung angeben, und daß sodann in der Auswerteeinrichtung aus den Signalen ein Informationsarray gebildet wird, das zumindest einem Radumfang entspricht, wobei das periodische Signal der Radformen wie an sich bekannt mit Hilfe einer Fourierentwicklung ausgewertet wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein Informationsarray aus mehreren Informationszellen gebildet wird, derart, daß ihre Signalanteile stetig aneinander-

NACHGEFOLGT

005940

gefügt werden, wobei vorzugsweise die durch die Schieneneinsenkungen hervorgerufenen Beschleunigungssignale in relevante Anteile zerlegt und in der unmittelbaren Umgebung des Radaufstandspunktes berücksichtigt werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß in der Auswerteeinrichtung eine kontinuierliche Darstellung der Signale als Funktion des Drehwinkels des zu prüfenden Rades vorgenommen wird.

4. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 3, mit einer Meßstrecke aus einer Reihe von an den Schienen angebrachten Meßelementen und einer mit diesen verbundenen elektronischen Signalauswerteeinrichtung zur Darstellung der Radformen, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßelemente am Schienensteg oder am Schienenfuß angebracht und als Beschleunigungsaufnehmer ausgebildet sind.

5. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 3, mit einer Meßstrecke aus einer Reihe von an den Schienen angebrachten Meßelementen und einer mit diesen verbundenen elektronischen Signalauswerteeinrichtung zur Darstellung der Radformen, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßelemente am Schienenkopf angebracht sind und Beschleunigungssignale abgeben.

6. Vorrichtung nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß als Meßelemente wie an sich bekannt Dehnungsmeßstreifen, vorzugsweise unter einem Winkel von 45° zur neutralen Faser, aufgebracht sind.

NACHGEREICHT

005640

7. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß am Schienensteg in der neutralen Faser wie an sich bekannt Dehnungsmeßstreifen unter einem negativen und einem positiven 45°-Winkel zur neutralen Faser aufgebracht sind.

8. Vorrichtung nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß piezoelektrische Meßelemente aufgebracht sind.

NACHGEREICHT



Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC ⁸ : B61K 9/12 (2006.01); G01M 17/10 (2006.01)		
Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation): B61K, G01M		
Konsultierte Online-Datenbank: EPODOC, TXTE, TXTG		
Dieser Recherchenbericht wurde zu den am 25. Mai 2005 eingereichten Ansprüchen 1 bis 8 erstellt.		
Kategorie ⁷⁾	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
Y	DE 44 39 342 A1 (DEUTSCHE BAHN AG), 9. Mai 1996 (09.05.1996) <i>ganzes Dokument.</i> --	1, 4
Y	EP 1 197 417 A1 (SIEMENS SGP VERKEHRSTECHNIK), 17. April 2002 (17.04.2002) <i>Ansprüche.</i> --	1, 4
A	DE 203 17 201 U1 (DB CARGO AG), 18. März 2004 (18.03.2004) <i>ganzes Dokument.</i> --	1, 4
A	US 4 702 104 A (HALLBERG), 27. Oktober 1987 (27.10.1987) <i>Zusammenfassung.</i> --	1, 4, 8
A	DE 33 09 908 A1 (MESSERSCHMITT - BÖLKOW - BLOHM), 3. November 1983 (03.11.1983) <i>Ansprüche.</i> --	1, 4
A	DE 102 41 320 A1 (PIEPER), 18. März 2004 (18.03.2004) <i>Figur 3 und erläuternder Teil der Beschreibung.</i> ----	1, 4
Datum der Beendigung der Recherche: 3. Mai 2006		☐ Fortsetzung siehe Folgeblatt Prüfer(in): Dipl.-Ing. HENGL
⁷⁾ Kategorien der angeführten Dokumente: X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung : der Anmeldungsgegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden. Y Veröffentlichung von Bedeutung : der Anmeldungsgegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist. A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert. P Dokument, das von Bedeutung ist (Kategorien X oder Y), jedoch nach dem Prioritätstag der Anmeldung veröffentlicht wurde. E Dokument, das von besonderer Bedeutung ist (Kategorie X), aus dem ein älteres Recht hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen). & Veröffentlichung, die Mitglied der selben Patentfamilie ist.		