



**SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT**  
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

**CH 684 531 A5**

Int. Cl.<sup>5</sup>: **B 61 K** 9/08  
**G 01 B** 21/30

**Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein**  
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

## **PATENT SCHRIFT** A5

**21** Gesuchsnummer: 3375/92

**22** Anmeldungsdatum: 29.10.1992

**30** Priorität(en): 13.11.1991 AT 2249/91

**24** Patent erteilt: 14.10.1994

**45** Patentschrift veröffentlicht: 14.10.1994

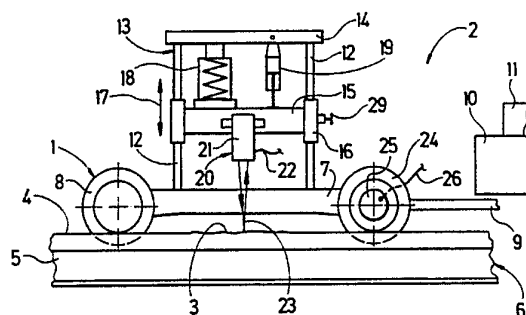
**73** Inhaber:  
Franz Plasser Bahnbaumaschinen-  
Industriegesellschaft m.b.H., Wien I (AT)

**72** Erfinder:  
Theurer, Josef, Wien (AT)  
Lichtberger, Bernhard, Leonding (AT)

**74** Vertreter:  
Dipl.-Ing. ETH H. R. Werfeli, Zollikerberg

### **54 Messanordnung zum kontinuierlichen Messen von wellenförmigen Unebenheiten einer Schiene.**

**57** Die Messanordnung (2) dient zum kontinuierlichen Messen von wellenförmigen Unebenheiten in der Fahroberfläche (4) einer Schiene (5) eines Gleises (6). Sie besteht aus einem Messwagen (1) mit auf dem Gleis (6) abrollbaren Spurkranzrädern (8) sowie einem Wagenrahmen (7). Am Wagenrahmen (7) sind ein Abstandsdetektor (20) zur berührungslosen Messung des Abstandes von der Schiene (5) sowie eine Vorrichtung (11) zum Aufzeichnen, Verarbeiten und Ausgeben der Messsignale angeordnet. Der Abstandsdetektor (20) ist in einer mit dem Wagenrahmen (7) verbundenen Linearführung (13) in vertikaler Richtung zum Wagenrahmen (7) verschiebbar sowie schwingungsgedämpft gelagert.



## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Messanordnung zum kontinuierlichen Messen von wellenförmigen Unebenheiten, insbesondere Schienenriffeln, in der Fahroberfläche einer Schiene eines Gleises, mit einem auf dem Gleis abrollbare Spurkranzräder sowie einen Wagenrahmen aufweisenden Messwagen und einem am Wagenrahmen angeordneten Abstandsdetektor zur berührungslosen Messung des Abstandes von der Schiene, sowie mit einer Vorrichtung zum Aufzeichnen, Verarbeiten und Ausgeben der Messsignale.

Bei in Gleisen verlegten Eisenbahnschienen kann es als Folge von Verschleiss – aus teilweise noch unerforschten Gründen – zum Auftreten von Riffeln und längeren Wellen kommen. Im allgemeinen bezeichnet man als Riffel kurzwellige periodische Unebenheiten der Schienenfahroberfläche mit Amplituden bis ca. 0,4 mm und Wellenlängen bis etwa 100 mm (wobei diese Maximallänge – je nach Betrachtungsweise – auch bis zu 500 mm betragen kann). Da diese Deformierungen im Laufe der Zeit grösser werden und progressiv zunehmende Schäden an Oberbau und Fahrzeugen bewirken, ist es wichtig, regelmässige Messungen durchzuführen, um den wirtschaftlichsten Zeitpunkt zur Beseitigung der Riffel, z.B. durch Schienenschleifen, zu bestimmen.

Es ist bereits – gemäss US-PS 4 288 855 – eine Messanordnung zum Messen von Schienenriffeln und auch längeren Wellen in einer Schienenoberfläche bekannt, bei der ein mit Spurkranzrädern ausgestatteter Messwagen von einem Gleisfahrzeug mit einer gegebenen Geschwindigkeit entlang des Schienenweges gezogen wird. Am Rahmen des Messwagens bzw. in Schienenlängsrichtung voneinander distanziert sind zwei (oder, in einer anderen Ausführungsform, drei) Abstandsdetektoren über einer Schiene angeordnet, die als kontaktlose elektronische Fühler ausgebildet sind und nach dem Wirbelstromprinzip arbeiten. Mittels dieser Detektoren können die Amplituden der Riffel bzw. Wellen innerhalb eines bestimmten Wellenlängenbereiches gemessen werden. Der Abstand der Detektoren bzw. Fühler zueinander ist dabei kleiner als die kürzeste auftretende Wellenlänge in diesem gewählten Wellenlängenbereich. Die Fühler sind mit einer Messschaltung verbunden, die anhand eines Vergleichers die Differenz der beiden gemessenen Abstände bildet und zugleich die mittlere tatsächliche Länge der erfassten Welle bestimmt. Aus diesen Daten kann – unter Berücksichtigung eines vom Verhältnis zweier Grössen, nämlich einerseits dem Abstand der Fühler zueinander und andererseits der Wellenlänge der zu messenden Riffelung abhängigen Übertragungskoeffizienten – die Amplitude der Schienendeformierung im tatsächlichen Wert bestimmt werden. Auf Grund der Befestigung der Abstandsdetektoren am Wagenrahmen dient dieser quasi als Referenzbasis, auf die die gemessenen Abstände von der Schiene bezogen sind. Da sich diese Referenzbasis ihrerseits jedoch direkt auf dem Gleis abstützt, wird ihre Lage relativ zum Gleis durch vorhandene Gleisfehler – bzw. auch durch die Riffel und Wellen selbst – beeinflusst und ver-

ändert, wodurch die Messergebnisse zu einem gewissen Grad verfälscht werden und nicht als Absolutwerte gelten können. Die Messfehler können zwar durch Verlängerung der Messbasis verkleinert, aber nie ganz eliminiert werden.

Eine weitere – aus der AT-PS 390 626 bekannte – Messanordnung weist einen Rahmen auf, der über an seinen Enden angeordnete Rollen auf dem zu vermessenden Gleis aufliegt und als Messbasis dient. In der Mitte dieser Messbasis sind zwei Winkelsensoren angeordnet, von denen der eine den Winkel misst, um den der Rahmen in einem inertialen Koordinatensystem geneigt ist. Der zweite Winkelsensor bestimmt jenen Winkel, um den ein Flächenelement der zu vermessenden Schiene in bezug auf den Rahmen geneigt ist. Dieser zweite Winkelsensor kann als Abtastelement ausgebildet sein oder aber auch – bei hinreichend spiegelnder Schienenoberfläche – berührungslos nach dem Prinzip der Autokollimationsoptik arbeiten. Hierbei wird ein Lichtstrahl auf die Schiene gerichtet und dessen Reflektion auf einem Detektor, z.B. einer positionsempfindlichen Fotodiode, abgebildet. Eine Auswerteschaltung addiert die Ausgangssignale der Winkelsensoren und integriert diese über den von der Anordnung zurückgelegten Weg. Die so ermittelte Grösse entspricht der über die Länge des gemessenen Flächenelementes gemittelten Profilkurve. Bei dieser Messanordnung wird die Messgenauigkeit ebenso durch etwaige Unebenheiten der Schiene im Bereich der Auflagestellen der Rollen negativ beeinflusst.

In der US-PS 4 922 752 ist eine Anordnung zum Messen bzw. Aufzeichnen der Unebenheiten einer Fahrbahn geoffenbart. Ein vierrädriges, langgestrecktes Fahrzeug weist in seinem mittleren Bereich einen an seiner Unterseite befestigten Sensor auf, der aus einem auf die Fahrbahn gerichteten Lasersender und einem CCD-Empfänger besteht. Ein einem der Räder zugeordneter Encoder misst die zurückgelegte Wegstrecke. Die erfassten Daten werden anhand eines auf dem Fahrzeug vorgesehenen Schreibers aufgezeichnet. Auch hier wirkt sich die Befestigung des Sensors direkt am Fahrzeugrahmen ungünstig aus, da störende Eigenfrequenzen des Fahrzeugs die Messgenauigkeit der Anordnung nachteilig beeinflussen können.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung liegt nun in der Schaffung einer Messanordnung für Schienenriffel, die genauere und zuverlässigere sowie einfacher zu verarbeitende Messergebnisse liefert.

Diese Aufgabe wird mit einer erfindungsgemässen Anordnung dadurch gelöst, dass der Abstandsdetektor in einer mit dem Wagenrahmen verbundenen Längsführung in vertikaler Richtung zum Wagenrahmen verschiebbar sowie schwingungsgedämpft gelagert ist.

Der besondere Vorteil einer derartigen Anordnung bzw. Lagerung des Abstandsdetektors liegt darin, dass dieser dadurch weitestgehend von störenden, die Messgenauigkeit beeinträchtigenden Einflüssen isoliert werden kann. Solche Einflüsse bestehen beispielsweise aus Vibrationen verschiedener Art, in die der Wagenrahmen des Messwagens versetzt wird, wenn dessen Spurkranzräder

eine unebene Schienenoberfläche überfahren. Dies trifft natürlich beim Riffelmessen in besonderem Ausmass zu, da ja hier mit dem gehäuften Auftreten von wellenförmigen Unebenheiten auf der Schiene zu rechnen ist, wodurch der Wagenrahmen nicht als zuverlässige, konstant bleibende Messbasis zu verwenden ist. Die schwingungsgedämpfte Lagerung schafft gewissermassen ein vom Messwagen unabhängiges Inertialsystem für den Abstandsdetektor, der auf diese Weise den Abstand zur Fahroberfläche der Schiene – speziell bei höherer Geschwindigkeit der Messfahrt – relativ ungestört von Vibrationen kontinuierlich bestimmen kann. Die Linearführung sorgt dabei dafür, dass der Detektor nur in vertikaler Richtung beweglich ist, während seine horizontale Position, insbesondere in Relation zur zu messenden Schienenoberfläche, unverändert bleibt und somit eine ununterbrochene Messung gewährleistet.

Die Weiterbildung der Erfindung gemäss den Ansprüchen 2 und 3 schafft in überraschender Weise die Möglichkeit, die Schienenriffel hinsichtlich ihrer Form praktisch unverzerrt aufzeichnen zu können. Die Hilfsmasse schwingt auf Grund der Massenträgheit mit einer sehr niedrigen Frequenz und absorbiert dabei die vom Messwagen bzw. Wagenrahmen übertragenen Vibrationen und Schwingungen. Dementsprechend besteht das vom Abstandsdetektor abgegebene Messsignal aus zwei Komponenten: der langsamen und relativ konstanten Schwingung der Hilfsmasse und den im Gegensatz dazu relativ schnellen Änderungen des Abstandssignals der gemessenen Riffel, wobei die Geschwindigkeit dieser Änderungen im direkten Zusammenhang zur Messfahrtgeschwindigkeit steht. Es ist technisch gesehen kein Problem, diese einander überlagernden Signalkomponenten zu trennen bzw. das Riffelmesssignal herauszufiltern, welches dann der wahren Form der Riffel entspricht.

Bei der Ausbildung nach Anspruch 4 werden in vorteilhafter Weise und unter Verwendung der bewährten und zuverlässigen Laser-Technologie beide Schienen des Gleises in einer einzigen Messfahrt vermessen.

Ist die Messanordnung gemäss Anspruch 5 beschaffen, so ermöglicht dies die längenmässige Zuordnung der Riffelabstandsmessungen und in weiterer Folge die unverzerrte Aufzeichnung der Riffel auch hinsichtlich ihrer Lage.

Weiters ist eine Ausbildung gemäss Anspruch 6 zweckmässig. Ein derartiger Hochpassfilter, beispielsweise ein Butterworthfilter 4. Ordnung mit einer Grenzfrequenz von 2 Hz, über den die Messsignale zur Verarbeitung geführt werden, kann zuverlässig das relevante Riffelsignal aus dem zusammengesetzten Signal herausisolieren, welches dann über den Schreiber als sozusagen massstabgetreues Abbild der Schienenriffel aufgezeichnet wird.

Schliesslich ermöglicht die in Anspruch 7 dargelegte Massnahme die Verwendung der Messanordnung auch in der herkömmlichen Weise zur Durchführung einer sogenannten Pfeilhöhenmessung.

Die Erfindung wird nachstehend anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels näher beschrieben.

Es zeigen:

Fig. 1 eine Seitenansicht eines erfindungsgemäss ausgebildeten Messwagens einer Messanordnung zum Messen von Schienenriffeln,

Fig. 2 eine Draufsicht auf den Messwagen gemäss Fig. 1 und

Fig. 3 eine schematische Darstellung des Messsignalverlaufes mit die Signalverarbeitung erläuternden Diagrammen.

In Fig. 1 und 2 ist ein Messwagen 1 zu sehen, der Teil einer Messanordnung 2 zum kontinuierlichen Messen von Riffeln 3 in der Fahroberfläche 4 einer Schiene 5 eines Gleises 6 ist. Der Messwagen 1 weist einen Wagenrahmen 7 sowie auf den Schienen 5 abrollbare Spurkranzräder 8 auf und ist über eine Deichsel 9 an ein – nicht näher dargestelltes – auf dem Gleis 6 verfahrbares Fahrzeug 10 gekuppelt. Auf diesem befindet sich weiters eine Vorrichtung 11 zum Aufzeichnen, Verarbeiten und Ausgeben von Messsignalen, die später anhand der Fig. 3 noch näher erläutert werden wird.

Am Wagenrahmen 7 ist eine aus voneinander distanzierten, vertikalen Führungsstangen 12 bestehende Linearführung 13 angeordnet. Die oberen Enden der Führungsstangen 12 sind mittels eines in Wagenlängsrichtung verlaufenden Balkens 14 miteinander verbunden und stabilisiert. Zwischen den Führungsstangen 12 bzw. zwischen Wagenrahmen 7 und Balken 14 befindet sich eine Hilfsmasse 15, die mittels Gleitmanschetten 16 auf der Linearführung 13 in vertikaler Richtung verschiebbar gelagert ist (siehe Pfeil 17 in Fig. 1). Die Hilfsmasse 15 ist über eine Luftfeder 18 mit dem Balken 14 verbunden bzw. an diesem federnd aufgehängt. Ein Dämpfer 19 ist ebenfalls zwischen Hilfsmasse 15 und Balken 14 angeordnet und hemmt bzw. bremst die vertikale Schwingungsbewegung der Hilfsmasse. Die Hilfsmasse 15, die Tragkraft der Luftfeder 18 und die Wirkung des Dämpfers 19 sind derart dimensioniert bzw. aufeinander abgestimmt, dass – bei Bewegung des Messwagens 1 entlang des Gleises 6 – die Hilfsmasse auf Grund der Massenträgheit (Inertialsystem) mit einer Eigenfrequenz von ca. 1 bis 2 Hz schwingt.

An den beiden in Gleisquerrichtung einander gegenüberliegenden Längsseiten des Messwagens 1 ist jeweils ein berührungslos arbeitender Abstandsdetektor 20 an der Hilfsmasse 15 befestigt und – zur Messung des Abstandes von der Schiene – genau über der Fahroberfläche 4 jeweils einer Schiene 5 zentriert angeordnet. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel sind die Abstandsdetektoren als Laserdistanzmesser 21 ausgebildet, die über eine Signalleitung 22 mit der Vorrichtung 11 auf dem Fahrzeug 10 verbunden sind und den Abstand zur Fahroberfläche 4 der Schiene mittels eines auf diese gerichteten und reflektierten Laserstrahles 23 genau bestimmen können. Eines der Spurkranzräder 8 ist weiters als Wegmessrad 24 ausgebildet und mit einem Encoder 25 zur Abgabe von Wegimpulsen ausgestattet, die über eine Signalleitung 26 an die Vorrichtung 11 zur Verarbeitung weitergeleitet werden.

Anhand des in Fig. 3 schematisch dargestellten Messsignalverlaufes wird nun die Arbeitsweise der Messanordnung 2 erklärt. Der Laser-Distanzmesser 21 misst kontinuierlich den Abstand  $d$  zur Fahroberfläche 4 der Schiene 5, während er mit einer Messgeschwindigkeit von beispielsweise 10 km/h entlang des Gleises 6 bewegt wird. Bei Vorhandensein von Schienenriffeln 3 ändert sich der Abstand  $d$  mit einer von der Riffellänge abhängigen Frequenz  $f$ . Sind die Riffel, in Gleislängsrichtung gemessen, beispielsweise etwa zwischen 5 cm und 50 cm lang, so ergibt sich daraus bei der besagten Messgeschwindigkeit eine Messfrequenz  $f$  von ca. 5 bis 60 Hz, mit der das Messsignal über die Signalleitung 22 geführt wird. Diese Messfrequenz wird noch überlagert von der 1 bis 2 Hz niedrigen Eigenschwingungsfrequenz der Hilfsmasse 15, mit der der Laser-Distanzmesser 21 fest verbunden ist. Diagramm A zeigt dieses zusammengesetzte Signal, wobei  $d[\text{mm}]$  der gemessene Abstand in Millimeter und  $s[\text{m}]$  der zurückgelegte Weg in Metern ist, der über das Wegmessrad 24 bzw. den Prioritätsencoder 25 registriert wird.

In weiterer Folge gelangt das Signal zu einem der Vorrichtung 11 zugeordneten elektronischen Hochpassfilter 27, z.B. einem Butterworthfilter 4. Ordnung, mit einer Grenzfrequenz von 2 Hz, der die Aufgabe hat, die zwei Komponenten des zusammengesetzten Messsignals zu trennen. Diagramm B illustriert die Filtercharakteristik des Hochpassfilters 27, nach der alle Frequenzen  $f$ , die unter einer Grenzfrequenz  $f_g$  von 2 Hz liegen, herausgefiltert werden. Nur die höheren Frequenzen werden voll verstärkt ( $v$ ) und – zur Aufzeichnung bzw. Ausgabe – an einen Schreiber 28 weitergeleitet. Diagramm C zeigt das resultierende Messsignal, welches den Riffeln 3 nunmehr unverzerrt sowohl hinsichtlich ihrer Höhe  $r$  in Millimeter als auch ihrer längenmässigen Lage entspricht. Anstelle des Schreibers 28 wäre auch ein anderes Aufzeichnungsgerät, wie z.B. ein Computer, denkbar, in dem die Messdaten weiterverarbeitet werden können. Möglichkeiten einer derartigen Weiterverarbeitung wären beispielsweise die Berechnung der mittleren Amplitude der Riffel oder die Berechnung der anteiligen Wellenlängen und Amplituden mit Hilfe der Fourier-Transformation (Frequenzspektrumbildung). Die Messgeschwindigkeit der Anordnung ist praktisch nur durch die Geschwindigkeit der Datenausgabe limitiert.

Die Messanordnung kann darüber hinaus auch zur Durchführung einer Riffelmessung in Form einer Pfeilhöhenmessung verwendet werden. Dazu wird die Hilfsmasse 15 mittels einer Feststellvorrichtung 29 (Fig. 1) auf der Linearführung 13 fixiert, wodurch der Abstandsdetektor 20 fest mit dem Wagenrahmen 7 verbunden ist. Dieser wird dann zur Bezugsbasis für die Riffelmessung in der herkömmlichen Weise.

## Patentansprüche

1. Messanordnung (2) zum kontinuierlichen Messen von wellenförmigen Unebenheiten, insbesondere Schienenriffeln (3), in der Fahroberfläche (4) ei-

ner Schiene (5) eines Gleises (6), mit einem auf dem Gleis (6) abrollbare Spurradsatz (8) sowie einen Wagenrahmen (7) aufweisenden Messwagen (1) und einem am Wagenrahmen (7) angeordneten Abstandsdetektor (20) zur berührungslosen Messung des Abstandes von der Schiene (5), sowie mit einer Vorrichtung (11) zum Aufzeichnen, Verarbeiten und Ausgeben der Messsignale, dadurch gekennzeichnet, dass der Abstandsdetektor (20) in einer mit dem Wagenrahmen (7) verbundenen Linearführung (13) in vertikaler Richtung zum Wagenrahmen (7) verschiebbar sowie schwingungsgedämpft gelagert ist.

2. Messanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Abstandsdetektor (20) mit einer Hilfsmasse (15) verbunden ist, die mittels einer weichen Feder, insbesondere Luftfeder (18), und eines Dämpfers (19) auf der Linearführung (13) vertikal verschiebbar gelagert ist.

3. Messanordnung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die mit dem Abstandsdetektor (20) verbundene Hilfsmasse (15) eine Eigenschwingungsfrequenz von 1 bis 2 Hz aufweist.

4. Messanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass an jeder Längsseite des Wagenrahmens (7) im Bereich über der Fahroberfläche (4) jeder Schiene (5) jeweils ein als Laserdistanzmesser (21) ausgebildeter Abstandsdetektor (20) vorgesehen ist.

5. Messanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Messwagen (1) mit einem Encoder (25) aufweisenden Wegmessrad (24) zur Abgabe von Wegimpulsen versehen ist.

6. Messanordnung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung (11) zum Verarbeiten der von den Laserdistanzmessern (21) abgegebenen Messsignale einen Filter, insbesondere elektronischen Hochpassfilter (27), sowie einen Schreiber (28) aufweist.

7. Messanordnung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass eine Feststellvorrichtung (29) zur lösbaren festen Verbindung der Hilfsmasse (15) mit der Linearführung (13) vorgesehen ist.

