

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 616 772 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
18.01.2006 Patentblatt 2006/03

(51) Int Cl.:
B61K 9/02 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **05450097.0**

(22) Anmeldetag: **01.06.2005**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LT LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA HR LV MK YU

(30) Priorität: **24.06.2004 AT 10842004**

(71) Anmelder: **Siemens AG Österreich
1210 Wien (AT)**

(72) Erfinder:
• **Birchbauer, Josef Alois
8054 Seiersberg (AT)**
• **Marius, Wolfgang
8010 Graz (AT)**
• **Glöckl, Michael
1230 Wien (AT)**

(74) Vertreter: **Patentanwaltskanzlei Matschnig
Siebensterngasse 54
1070 Wien (AT)**

(54) Bestimmung des Lademasses von Schienenfahrzeugen

(57) Zum Bestimmen eines Lademaßes eines Schienenfahrzeugs wird eine dreidimensionale Profilmessung verwendet, die einen Profiltiefenwert (x) als Funktion einer Höhen- (h) und einer Längskoordinate (l) beschreibt. Beispielsweise wird nacheinander eine Abfolge von Profillinien ($p1...p3$), die jeweils verschiedenen Werten der Längskoordinate (l) entsprechen, mittels einer kontaktfreien Messstelle aufgenommen; die so gewonnenen Profillinien werden gemäß ihren jeweils zugeordneten Längskoordinatenwerten zu einer dreidimensionalen Profilmessung zusammengefügt. Sodann wird

a) eine Aufteilung der Höhenkoordinate in Abschnitte ($h1$) festgelegt,
b) zu jedem Abschnitt eine zugeordnete Profilkurve bestimmt, die nirgends in dem betreffenden Abschnitt einen Profiltiefenwert aufweist, der hinsichtlich des jeweils zugeordneten Höhenwerts innerhalb der dreidimensionalen Profilmessung liegt, (x_E) und
c) aus den so gewonnenen Profilkurven ein Lademaß in Form eines Profils (pf) erstellt, das einen funktionalen Zusammenhang zwischen der Höhenkoordinate und einem äußersten Profiltiefenwert beschreibt.

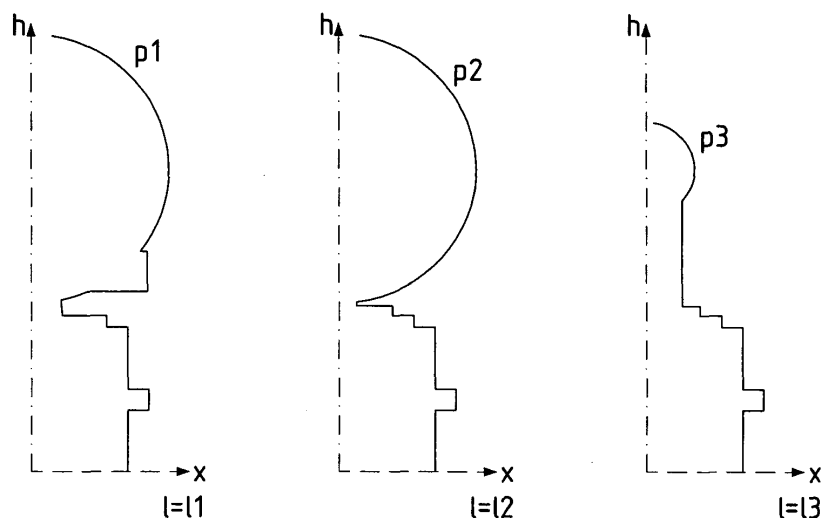


Fig. 3

EP 1 616 772 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Bestimmen eines Lademaßes eines Schienenfahrzeugs sowie ein Verfahren zum Messen eines dreidimensionalen Profils eines Schienenfahrzeugs, auf dessen Grundlage die Bestimmung des Lademaßes möglich ist.

[0002] Für die Sicherheit des Betriebs auf einer Eisenbahnstrecke oder anderen Strecke für Schienenfahrzeuge ist die durchgängige Kompatibilität des Lichtraumprofils mit dem Lademaß der verkehrenden Zugsgarnituren eine unabdingbare Voraussetzung. Das Lichtraumprofil (Lichtraumbegrenzungsprofil) ist die größte zulässige Ausdehnung eines Eisenbahnfahrzeugs in Höhe und Breite, mit der es sich sicher innerhalb des Raumes seitlich und insbesondere oberhalb der Gleise bewegen darf und in den keine äußeren Objekte hineinragen dürfen. Dieser von angrenzender Bebauung freizuhaltende Raum wird als Regellichtraum bezeichnet. Umgekehrt dürfen keine Teile des Triebfahrzeugs, der Wagen oder des Ladegutes das vorgegebene Profil verlassen. Das Lichtraumprofil ist grundsätzlich standardisiert, kann jedoch zwischen Betreibern der Eisenbahninfrastruktur variieren. Für alle Fahrzeuge im nationalen und grenzüberschreitenden Verkehr ist ein internationales Lichtraumprofil festgelegt.

[0003] Das Lademaß (= englisch: 'loading gauge') ist eine Begrenzungslinie, die beschreibt, bis zu welchen äußeren Maßen in Höhe und Breite ein Fahrzeug, wie z.B. ein Güterwagen, bei Mittelstellung des Fahrzeugs im geraden Gleis sich tatsächlich erstreckt (wirkliches Lademaß). Abhängig von der Fahrtroute eines Zuges sind hinsichtlich des Lichtraumprofils für die zugehörigen Wagen Lademaß-Überschreitungen nach bestehenden Vorschriften oder Betriebsordnungen möglich. Bei Überschreitung des erlaubten Lademaßes kann es zur Beschädigung von Ladung, Wagen und Infrastruktur kommen.

[0004] Die Prüfung der Wagen auf unzulässige Überschreitung erfolgt derzeit vorwiegend durch visuelle Kontrolle durch Eisenbahnpersonal. In der Vergangenheit wurden auch mechanische Schablonen verwendet. Aufgrund von Personalreduktionen und zur Verbesserung der Sicherung des Eisenbahnbetriebs durch eine vom Menschen unabhängige und somit objektive und standardisierbare Messung ist eine automatisierte Prüfung erforderlich.

[0005] Die DE 40 15 086 A1 offenbart eine Einrichtung zum Messen von Profilen, insbesondere von Schienenfahrzeugen, bei welchem ein Messportal ortsfest oder auf eigenen Gleisen verfahrbar angeordnet ist und an den Stützen des Messportals je ein berührungslos messendes Längenmessgerät in den Stützen vertikal verschieblich angebracht ist. Die ermittelten Messpunkte werden in einer Rechneinheit als Linienzug des Schienenfahrzeugprofils gebildet, und dieser Umriss kann mit dem vorgeschriebenen Eisenbahnprofil verglichen werden. Eine ähnliche Einrichtung ist in der DE 196 46 098

A1 offenbart. Diese Einrichtungen erfassen lediglich einen einzelnen Schnitt (in horizontaler oder vertikaler Richtung) durch das gesamte Wagenprofil in Form einer Anzahl von Messpunkten. Eine Lademaßüberschreitung zwischen den Punkten oder Schnittebenen, etwa durch einen herausragenden Balken, würde daher nicht entdeckt werden. Die Berechnung eines Lademaßes, das das gesamte Fahrzeug im Sinne eines 3-dimensionalen Profils erfasst, geht aus den genannten Druckschriften nicht hervor.

[0006] Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, die genannten Nachteile des Stands der Technik zu überwinden und einen verbesserten Weg zur objektivierbaren Gewinnung des Lademaßes zur Verfügung zu stellen.

[0007] Die Aufgabe wird von einem Verfahren der eingangs genannten Art gelöst, bei welchem erfindungsgemäß eine dreidimensionale Profilmessung des Fahrzeugs, die einen Profiltiefenwert als Funktion einer Höhen- und einer Längskoordinate beschreibt, aufgenommen wird und unter Verwendung der dreidimensionalen Profilmessung

a) eine Aufteilung der Höhenkoordinate in Abschnitte festgelegt wird,

b) zu jedem Abschnitt eine zugeordnete Profilkurve bestimmt wird, die nirgends in dem betreffenden Abschnitt einen Profiltiefenwert aufweist, der hinsichtlich des jeweils zugeordneten Höhenwerts innerhalb der dreidimensionalen Profilmessung liegt, (Bildung einer oberen Schranke) und

c) aus den so gewonnenen Profilkurven ein Lademaß in Form eines Profils erstellt wird, das einen funktionalen Zusammenhang zwischen der Höhenkoordinate und einem äußersten Profiltiefenwert beschreibt.

[0008] Zur Begriffsbestimmung der Tiefen-, Höhen- und Längskoordinate sowie der Begriffe "innerhalb" und "außen" bzw. "äußerster" siehe weiter unten, Beschreibung zu Fig. 1 und 2.

[0009] Die erfindungsgemäße Lösung ermöglicht die Bestimmung des Lademaßes mit gewünschter Genauigkeit und eine Beschränkung auf konvexe Lademaße ist nicht erforderlich. Die Anpassung an z.B. länderspezifische Regelungen ist ohne Eingriff in die Aufnahmetechnik möglich; vielmehr reicht der Vergleich per Software aus.

[0010] Die Erfindung ermöglicht darüber hinaus zusätzliche Anwendungen; beispielsweise kann aus dem dreidimensionalen Profil auch andere Information abgeleitet werden, die für die Überprüfung und Verwaltung des betreffenden Zugs verwendet werden kann. Hier sind insbesondere Ladegut-Überwachungssysteme zu nennen, die kontrollieren, ob Ladegut verschoben ist; ebenso ist eine Wagentypklassifizierung aufgrund des dreidimensionalen Profils möglich.

[0011] Für den bevorzugten Fall, dass das Lademaß in Bezug auf eine Folge von diskreten Werten der Hö-

henkoordinate erstellt wird, wird (Schritt a) eine Abfolge von Werten der Höhenkoordinate ("Höhenwerte") festgelegt, sodann (Schritt b) zu jedem Höhenwert ein zugeordneter äußerster Profiltiefenwert (als obere Schranke) bestimmt, der hinsichtlich des Höhenwerts innerhalb der dreidimensionalen Profilmessung liegt, und schließlich (Schritt c) aus den so gewonnenen Profiltiefenwerte ein Lademaß erstellt.

[0012] Wie bereits erwähnt, kann die dreidimensionale Profilmessung zusätzlich zur Gewinnung weiterer Information verwendet werden, die dem Schienenfahrzeug zugeordnet ist, wie z.B. zur Erfassung von an dem Schienenfahrzeug angebrachter Information in Schrift- und/oder Symbolform, z.B. das Lesen einer Wagennummer oder von Gefahrgut-Kennzeichen.

[0013] In einer zweckmäßigen Ausführungsform der Erfindung wird die dreidimensionale Profilmessung in Form einer Abfolge von Profillinien, die jeweils verschiedenen Werten der Längskoordinate entsprechen und bei im Wesentlichen festgehaltener Längskoordinate verlaufen, erstellt. In diesem Fall wird sodann gemäß Schritt a) aus dem Vergleich einander in der Höhenkoordinate entsprechender Abschnitte bzw. Punkte der Profillinien eine Profilkurve erzeugt, die nirgends Profiltiefenwerte aufweist, die hinsichtlich des jeweils zugeordneten Höhenwerts innerhalb der Gesamtheit der Profillinien liegt.

[0014] Ein weiterer Aspekt der Erfindung besteht darin, dass zum Messen eines dreidimensionalen Profils eines Schienenfahrzeugs ein Verfahren eingesetzt wird, bei welchem die Profillinien zeitlich nacheinander mittels einer kontaktfreien Messstelle aufgenommen werden und die so gewonnenen Profillinien gemäß ihren jeweils zugeordneten Längskoordinatenwerten zu einer dreidimensionalen Profilmessung zusammengefügt werden. Zur Messung der Profillinien kann günstiger Weise Laserlicht verwendet werden.

[0015] Zur Gewinnung der dreidimensionalen Profilmessung ist es außerdem günstig, wenn das Schienenfahrzeug relativ zu einer Messstelle bewegt wird, die an einer Anzahl von Zeitpunkten jeweils eine Profillinie aufnimmt. Insbesondere vereinfacht es den Aufbau der Messanlage, wenn die Messstelle ortsfest ist und während der Aufnahme der Profillinien die Geschwindigkeit des and der Messstelle vorbeibewegten Schienenfahrzeugs gemessen wird, und aus den Aufnahmezeitpunkten der Profillinien mittels Integration der Geschwindigkeitsmessung die jeweils zugeordneten Längskoordinatenwerte bestimmt werden.

[0016] Seitens der Messstelle kann vorteilhafter Weise ein Sensor zur Messung der Lichtlaufzeit verwendet werden, um das Profil des Fahrzeugs im Bereich der Profillinie in Form des Abstands von dem Sensor als Funktion der Höhenkoordinate zu messen.

[0017] Die oben beschriebenen Verfahren und ihre Weiterbildungen können in günstiger Weise in Form von Software realisiert sein, insbesondere als Computerprogrammprodukt mit Programmcode-Mitteln, um das erfindungsgemäße Verfahren oder eine seiner Weiterbildungen

durchzuführen, wenn das Programm auf einem Computer ausgeführt wird. Ebenso ist die Realisierung auf einem computerlesbaren Datenträger vorteilhaft, auf dem ein Computerprogramm mit Programmcode-Mitteln gespeichert ist, um das erfindungsgemäße Verfahren oder eine seiner Weiterbildungen durchzuführen, wenn das Programm auf einem Computer ausgeführt wird.

[0018] Die Erfindung wird im Folgenden anhand eines nicht einschränkenden Ausführungsbeispiels anhand der beigefügten Zeichnungen näher erläutert. Die Zeichnungen zeigen

Fig. 1 eine Zugsgarnitur mit einer Messstelle für die Ermittlung des Lademaßes,

Fig. 2 die Generierung eines Zugpanoramas mittels eines Lichtlaufzeit-Zeilensensors,

Fig. 3 drei Profilzeilen eines Zugpanoramas,

Fig. 4 die Gewinnung des Lademaßes (Fig. 4b) aus der Gesamtheit (Fig. 4a) der Profilzeilen der Fig. 3,

Fig. 5 ein alternatives Ermittlungsverfahren des Lademaßes, sowie

Fig. 6 ein Beispiel einer mit strukturiertem Licht vermessenen Oberfläche.

[0019] Die Erfindung geht von der Aufnahme einer dreidimensionalen Messung des Zugsprofils "(Zugpanorama)" über die gesamte Länge der zu prüfenden Zugsgarnitur aus. In Fig. 1 ist beispielhaft eine Zugsgarnitur ZG in Vorderansicht, Seitenansicht und Aufsicht dargestellt, wobei der Übersichtlichkeit halber lediglich ein Wagen der Zugsgarnitur ZG gezeigt ist. Außerdem sind Richtungen h, x, 1 angedeutet, nämlich die Längsrichtung 1 entlang des (vorzugsweise gerade gedachten) Gleises, die Höhe h und die Tiefe x.

[0020] Die Tiefe x bezeichnet vorzugsweise den Abstand eines Profilkpunkts von der Mittellinie m; die Mittellinie m wird am günstigsten auf die Gleisanlage GA bezogen. Gegebenenfalls können anstelle der Richtungen h, x, 1 auch diesen entsprechende nicht-cartesische Koordinaten verwendet werden, z.B. wie in Fig. 2 angedeutet ein Höhenwinkel als Höhenkoordinate (anstelle einer geraden Höhe) und ein radialer Abstand von einem äußeren Punkt als Tiefenkoordinate (anstelle eines Abstandes von der Mittelebene). Tiefenwerte, die gegenüber einem Bezugswert näher bei der Mittellinie m liegen, werden als "innen" oder "innerhalb" bezeichnet, solche, die dem gegenüber von der Mittellinie m entfernt liegen, als "außen" oder "außerhalb". Entsprechend wird von einer Anzahl von Punkten bzw. Tiefenwerten derjenige als "äußerster" bezeichnet, der am weitesten von der Mittellinie m (im Sinne der verwendeten Tiefenkoordinate x) entfernt liegt.

[0021] Zum Erzeugen des Zugpanoramas fährt die Zugsgarnitur ZG an einer Messstelle MS vorbei; die Geschwindigkeit wird zugleich schritthaltend gemessen, und die aufgenommenen 3D-Daten zu einem Zugpanorama der gesamten Garnitur zusammengesetzt. Die Messstelle MS besteht aus einer oder mehreren ortsfest positionierten Kameras K1, K2, K3.

[0022] Je nach dem gewählten Verfahren zur Erfassung der Tiefeninformation, d.h. der Tiefenkoordinate x in Abhängigkeit von der Höhe x und der Längskoordinate 1, ist die aus einem einzelnen Messvorgang gewonnene Tiefeninformation in der Längsrichtung 1 (bzw. zeitlich, vgl. weiter unten) sowie in der Höhenrichtung h beschränkt und muss bei Bedarf für die gesamte Zugsgarnitur aus fortlaufend gemessenen Einzel-Datensätzen zusammengefügt werden.

[0023] Beispielsweise ist eine Kamera K1 als Lichtlaufzeit-Zeilensensor realisiert. Bezug nehmend auf Fig. 2 misst der Sensor in regelmäßigen Zeitabständen eine vertikal verlaufende Profilzeile des Zuges Z1, wobei unter Verwendung von Laser-Licht LL die Laufzeit des zum Sensor zurückgeworfenen Laserlichts gemessen und in einen Abstand vom Sensor-Ort umgerechnet wird. Eine technische Realisierung eines derartigen Lichtlaufzeit-Zeilensensors mittels eines CMOS-Sensors ist in dem Artikel von P. Mengel *et al.*, 'Fast range imaging by CMOS sensor array through multiple double short time integration (MDSI)', Proceedings der International Conference on Image Processing 2001, Vol. 2, Seiten 169-172, erhältlich unter http://ieeexplore.ieee.org/xpl/abs_free.jsp?arNumber=958451, beschrieben. Die so gemessene Profilzeile pz (rechts in Fig. 2) entspricht dem Zugsprofil bei festgehaltener Längskoordinate 1 und kann als Funktion $x(h, t)$ dargestellt werden, in der die mittels des Sensors bestimmte Tiefeninformation eine Funktion der Höhenkoordinate h und der Aufnahmezeit t ist. Die Geschwindigkeit der Zugsgarnitur ZG wird ebenfalls gemessen, sodass den Profilzeilen $x(h, t)$ eine Geschwindigkeit $v(t)$ zugeordnet werden kann. Bereiche, die bedingt durch die Aufnahmegeometrie nicht erreicht werden, ("tote Winkel") bilden Hinterschnidungen, die im Fig. 2 punktiert dargestellt sind. Diese können, sofern erforderlich, durch den Einsatz mehrerer Sensoren, vorzugsweise in definierten verschiedenen Höhen angeordnet wie durch die weiteren Sensoren K1a, K1b in Fig. 2 angedeutet, und anschließendes Zusammenfügen der jeweils erhaltenen Messergebnisse zu einer gesamten Profilzeile weitgehend ausgeschlossen werden.

[0024] Mithilfe der so aufgenommen 3D-Daten kann ein dreidimensionales Zugpanorama der gesamten Garnitur zusammengesetzt werden. Sofern vorhanden, kann hierbei zeitgleich aufgenommene radiometrische Information unterstützend verwendet werden, die beispielsweise aus einer Bildaufnahme des Zuges, gegebenenfalls mit zusätzlicher Farbinformation, gewonnen wird.

[0025] Wie bereits erwähnt kann der Tiefenoutput des Zeilensensors als Funktion $d(h, t)$ betrachtet werden, vgl.

Fig. 2. Die Zeit t nimmt hierbei diskrete Werte an, die jeweils dem Zeitpunkt einer Aufnahme entsprechen; h überstreicht ein Intervall von einem Mindest- zu einem Höchstwert (unterster und oberster Punkt). Aus dieser Funktion kann über Transformation mit der gleichzeitig gemessenen Geschwindigkeit $v(t)$ und der daraus durch Integration gewonnenen Lagefunktion $1(t)$ ein rein räumliches Tiefenprofil $x(h, l) = d(h, T(l))$ gewonnen werden, wobei $T(l)$ die Umkehrfunktion der Lagefunktion $1(t)$ ist. Die Funktion $T(l)$ kann insbesondere als jene Zeit gedeutet werden, die vom Eintreten des Zuges in den Messbereich bis zum Erreichen der horizontalen Zugposition 1 verstreicht. Bei Bedarf, insbesondere wenn Profile zu vorgegebenen Werten der Längskoordinate 1 interpoliert werden sollen, kann durch Resampling ein rektifiziertes Panorama erzeugt werden.

[0026] Fig. 3 zeigt beispielhaft drei so erstellte Zeilenprofile p_1, p_2, p_3 , die jeweils einem Tiefenprofil bei festgehaltenem Längskoordinatenwert $1 = l_1, l_2, l_3$ entsprechen, nämlich p_1 einem Profil $x(h, 1_1)$ usf.

[0027] Das Lademaß wird aus dem dreidimensionalen Zugpanorama unter Verwendung des gesamten dreidimensionalen Zugsprofils über die Gesamtlänge der Zugsgarnitur ZG abgeleitet.

[0028] Dies kann, bezugnehmend auf Fig. 4, beispielsweise dadurch geschehen, dass - ausgehend von einer Folge von z.B. äquidistanten Höhenwerten - für jede Höhe die Profilzeilen nach dem äußersten bei diesem Höhenwert vorkommenden Profiltiefenwert durchsucht werden. In den beiden Zeichnungen der Fig. 4 ist der Übersichtlichkeit halber nur ein Höhenwert h_1 dieser Folge gezeigt; die Vorgangsweise ist für die gesamte zugrunde gelegte Höhenwert-Folge gleichartig. Die Werte der Tiefenkoordinate x werden für alle Profilzeilen (gezeigt sind in Fig. 4a nur die drei Profile $p_1 \dots p_3$ der Fig. 3) an dem jeweils untersuchten Höhenwert h_1 bestimmt und aus diesen der äußerste Wert $x_E(h_1)$ ausgewählt (Fig. 4b). Die so erhaltenen äußersten Profiltiefenwerte (die somit nirgends innerhalb der Gesamtheit der Profilzeilen liegen), angeordnet in Abhängigkeit von den zugeordneten Höhenwerten, werden als Profil pf zusammengefasst und stellen somit das gewünschte Lademaß der Zugsgarnitur ZG dar.

[0029] Fig. 5 illustriert eine andere Vorgangsweise zur Bestimmung des Lademaßes pf als extremales Profil. Der zu untersuchende Höhenbereich wird in geeignete Abschnitte (Intervalle) $H_1, H_2, \dots, H_7$ zerlegt. Als Abschnittsgrenzen können z.B. jene Höhenwerte verwendet werden, bei denen sich Profilzeilen $p_1 \dots p_3$ überkreuzen, wobei natürlich Überkreuzungen, die "innerhalb" liegen (d.h. es gibt einen Profilwert der weiter außen liegt), nicht berücksichtigt werden müssen. Für jeden Abschnitt wird ein Profilverlauf bestimmt, der eine obere Schranke für die Profilzeilen in diesem Abschnitt darstellt. Beispielsweise kann ein entsprechender Abschnitt der Profilzeile ausgewählt werden, die in dem betreffenden Abschnitt am Äußersten liegt, z.B. p_2 in Abschnitt H_1 , p_1 in H_2 , p_2 in H_3 , p_3 in H_4 , usf. und diese Abschnitte werden

als Profilkfunktionen zu einem gesamten extremalen Profil pf' zusammengesetzt. Dieses Verfahren eignet sich insbesondere dann, wenn die einzelnen Profile $p1...p3$ in vektorisierter Form vorliegen.

[0030] Das anhand Fig. 4 erläuterte Verfahren, bei dem das extremale Profil punktweise bestimmt wird, kann als Spezialfall des letzteren Verfahrens aufgefasst werden, nämlich indem jeder Höhenwert einen eigenen Abschnitt darstellt, und dort jeweils ein äußerster Profiltiefenwert x_E als Profilkfunktion des betreffenden Abschnitts (also des betreffenden Höhenwerts) bestimmt wird.

[0031] Anstelle von Zeilensensoren, deren Output in Form von Profilzeilen zu einem Zugpanorama zusammengesetzt wird, können auch andere Verfahren verwendet werden, um ein Zugpanorama zu gewinnen, ohne dass hiedurch die Erfindung verlassen würde. Beispielsweise kann sogenanntes strukturiertes Licht ('coded structured light') verwendet werden. Dabei wird durch Projektion eines definierten Lichtmusters und anschließender Analyse der aufgenommenen Verzerrung auf die zugrunde liegende dreidimensionale Struktur rückgeschlossen. Das Beispiel der Fig. 6 illustriert die Rekonstruktion eines Gesichtsprofils GP unter Verwendung horizontaler farbiger Lichtstreifen, die hierzu auf ein menschliches Gesicht G projiziert und aufgenommen werden. So könnte z.B. mittels eines an Stelle der Kamera K2 positionierten Projektors ein vertikales Streifenmuster auf die Zugsgarnitur projiziert werden, das mit der Kamera K1 aufgenommen wird; die seitliche Versetzung (entlang der Längsrichtung l) kann als Tiefeninformation x interpretiert werden. Für weitere Informationen wird auf <http://w4.siemens.de/ct/de/technologies/ps/hiscore.html> sowie http://eia.udg.es/~jpages/coded_light/ und die dort genannte Literatur verwiesen.

[0032] Eine andere Möglichkeit zur Erfassung der Tiefeninformation in Form eines Zugpanoramas ist die mehrfache Erfassung des Zugprofils aus unterschiedlichen Blickwinkeln, wie in Fig. 1 anhand der drei Kameras K1,K2,K3 illustriert. Einander entsprechende Elemente der Bilder werden erkannt und anhand der Disparität der Position erfolgt eine 3D-Rekonstruktion. Verfahren dieser Art werden beispielsweise zum Erfassen von Geländestrukturen verwendet, vgl. <http://www.starlabo.co.jp/en/business/linesensor-1.html>.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Bestimmen eines Lademaßes eines Schienenfahrzeugs (ZG), bei welchem unter Verwendung einer dreidimensionalen Profilmessung des Fahrzeugs, die einen Profiltiefenwert (x) als Funktion einer Höhen- (h) und einer Längskoordinate (l) beschreibt,

a) eine Aufteilung der Höhenkoordinate in Abschnitte ($H1,H2,...,H7, h1$) festgelegt wird,

b) zu jedem Abschnitt eine zugeordnete Profilkfunktion (x_E) bestimmt wird, die nirgends in dem betreffenden Abschnitt einen Profiltiefenwert aufweist, der hinsichtlich des jeweils zugeordneten Höhenwerts innerhalb der dreidimensionalen Profilmessung liegt, und

c) aus den so gewonnenen Profilkfunktionen ein Lademaß in Form eines Profils (pf, pf') erstellt wird, das einen funktionalen Zusammenhang zwischen der Höhenkoordinate und einem äußersten Profiltiefenwert beschreibt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass**

in Schritt a) eine Abfolge von Werten der Höhenkoordinate ("Höhenwerte") festgelegt wird, in Schritt b) zu jedem Höhenwert ($h1$) ein zugeordneter äußerster Profiltiefenwert (x_E) bestimmt wird, der hinsichtlich des Höhenwerts innerhalb der dreidimensionalen Profilmessung liegt, und in Schritt c) aus den so gewonnenen Profiltiefenwerten ein Lademaß (pf) erstellt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die dreidimensionale Profilmessung zusätzlich zur Erfassung von dem Schienenfahrzeug zugeordneter Information verwendet wird, insbesondere zur Erfassung von an dem Schienenfahrzeug angebrachter Information in Schrift- und/oder Symbolform.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die dreidimensionale Profilmessung in Form einer Abfolge von Profillinien ($pz, p1, p2, p3$) erstellt wird, die jeweils verschiedenen Werten der Längskoordinate (1) entsprechen und bei im Wesentlichen festgehaltener Längskoordinate (1) verlaufen, wobei die Profillinien (pz) zeitlich nacheinander mittels einer kontaktfreien Messstelle (MS) aufgenommen werden und die so gewonnenen Profillinien gemäß ihren jeweils zugeordneten Längskoordinatenwerten zu einer dreidimensionalen Profilmessung zusammengefügt werden, und sodann gemäß Schritt a) aus dem Vergleich einander in der Höhenkoordinate entsprechender Abschnitte bzw. Punkte der Profillinien eine Profilkurve erzeugt wird, die nirgends Profiltiefenwerte aufweist, die hinsichtlich des jeweils zugeordneten Höhenwerts innerhalb der Gesamtheit der Profillinien liegt.

5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Schienenfahrzeug (ZG) relativ zu einer Messstelle (MS) bewegt wird, die an einer Anzahl von Zeitpunkten jeweils eine Profillinie (pz) aufnimmt.

6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Messstelle (MS) ortsfest ist

und während der Aufnahme der Profillinien die Geschwindigkeit des and der Messstelle vorbeibewegten Schienenfahrzeugs gemessen wird, und aus den Aufnahmezeitpunkten der Profillinien mittels Integration der Geschwindigkeitsmessung die jeweils zugeordneten Längskoordinatenwerte bestimmt werden.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** seitens der Messstelle ein Sensor zur Messung der Laufzeit eines von der Messstelle ausgesendeten Signals verwendet wird, um das Profil des Fahrzeugs im Bereich der Profillinie in Form des Abstands von dem Sensor als Funktion der Höhenkoordinate zu messen. 10
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Messstelle (MS) zur Messung der Profillinien Laserlicht (LL) verwendet. 20
9. Verfahren zum Messen eines dreidimensionalen Profils eines Schienenfahrzeugs (ZG), die einen Profiltiefenwert (x) als Funktion einer Höhen- (h) und einer Längskoordinate (l) beschreibt, 25
dadurch gekennzeichnet, dass
eine Abfolge von Profillinien (pz, p1, p2, p3) erstellt wird, die jeweils verschiedenen Werten der Längskoordinate (1) entsprechen und bei im Wesentlichen festgehaltener Längskoordinate (1) verlaufen, wobei die Profillinien (pz) zeitlich nacheinander mittels einer kontaktfreien Messstelle (MS) aufgenommen werden und die so gewonnenen Profillinien gemäß ihren jeweils zugeordneten Längskoordinatenwerten zu einer dreidimensionalen Profilmessung zusammengefügt werden. 30 35
10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Schienenfahrzeug (ZG) relativ zu einer Messstelle (MS) bewegt wird, die an einer Anzahl von Zeitpunkten jeweils eine Profillinie (pz) aufnimmt. 40
11. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Messstelle (MS) ortfest ist und während der Aufnahme der Profillinien die Geschwindigkeit des and der Messstelle vorbeibewegten Schienenfahrzeugs gemessen wird, und aus den Aufnahmezeitpunkten der Profillinien mittels Integration der Geschwindigkeitsmessung die jeweils zugeordneten Längskoordinatenwerte bestimmt werden. 45 50
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** seitens der Messstelle ein Sensor zur Messung der Laufzeit eines von der Messstelle ausgesendeten Signals verwendet wird, um das Profil des Fahrzeugs im Bereich der 55

Profillinie in Form des Abstands von dem Sensor als Funktion der Höhenkoordinate zu messen.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Messstelle (MS) zur Messung der Profillinien Laserlicht (LL) verwendet. 5
14. Computerprogrammprodukt mit Programmcode-Mitteln, um das Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13 auf einem Computer durchzuführen. 10
15. Computerlesbarer Datenträger, auf dem Programmcode-Mitteln zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 13 auf einem Computer gespeichert sind. 15

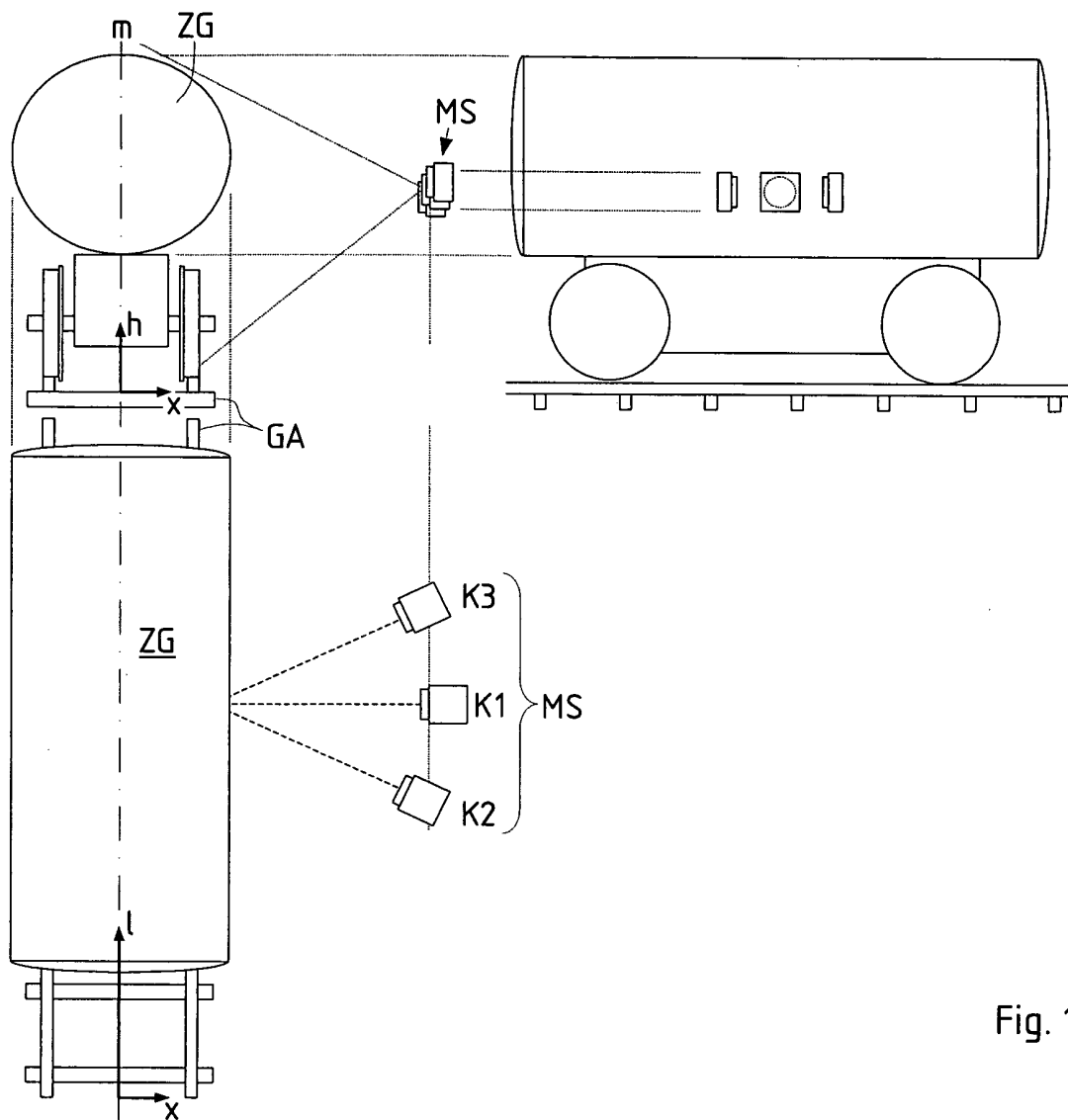


Fig. 1

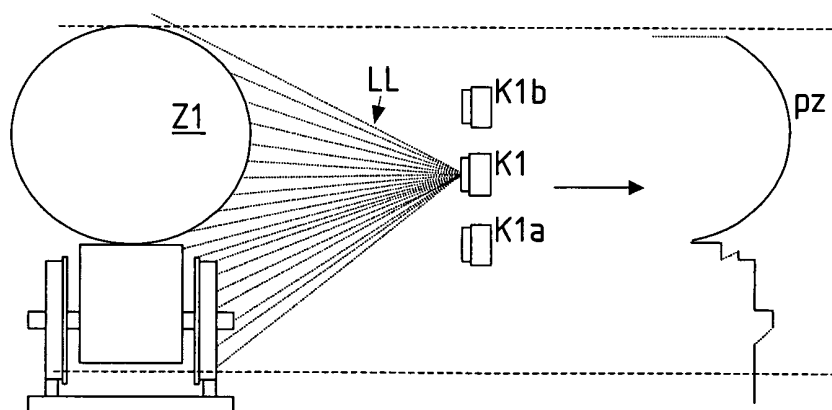


Fig. 2

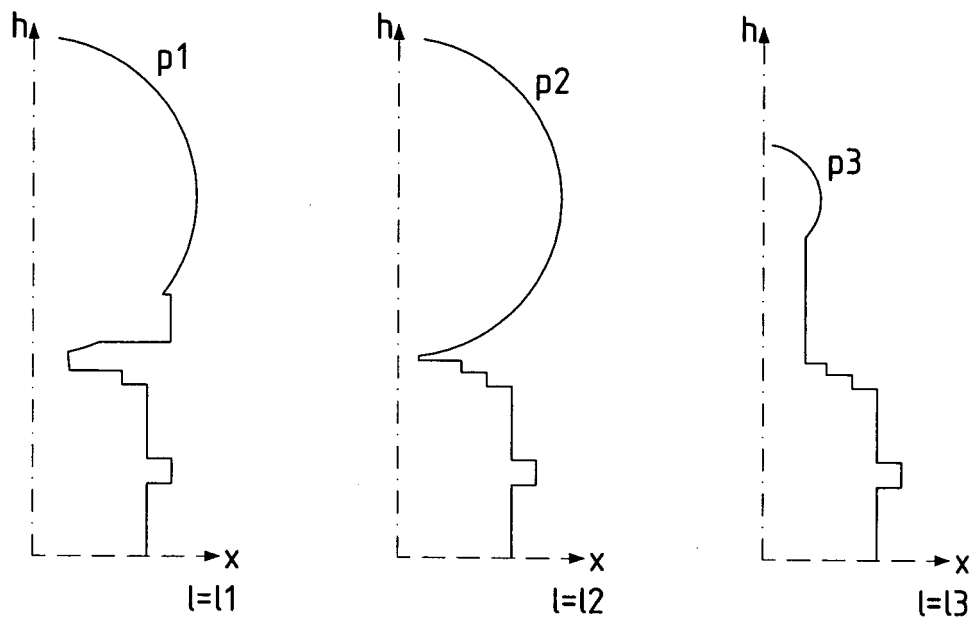


Fig. 3

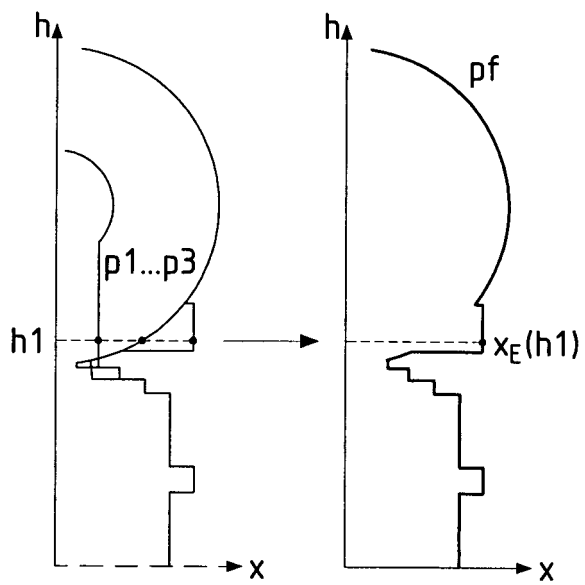


Fig. 4a

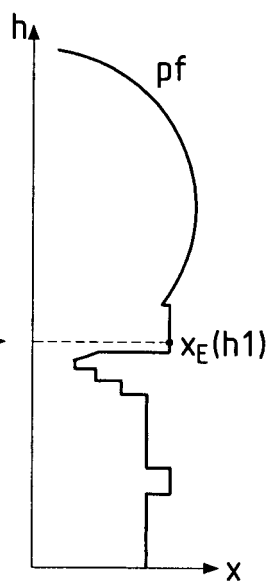


Fig. 4b

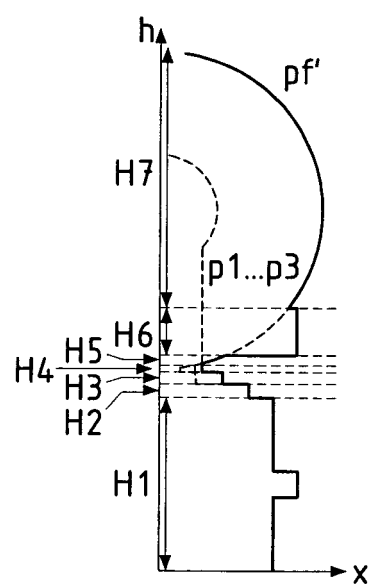
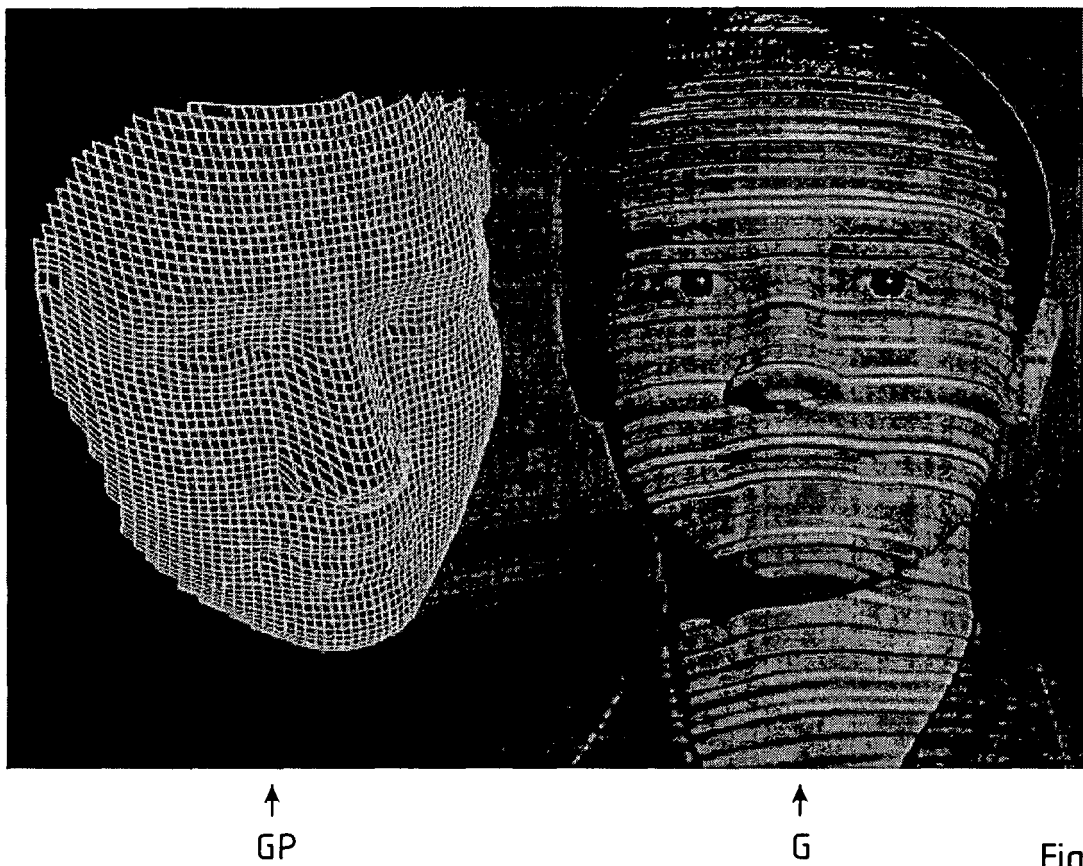


Fig. 5





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 05 45 0097

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A,D	DE 40 15 086 A1 (VEB SCHWERMASCHINENBAUKOMBINAT TAKRAF LEIPZIG, 0-7010 LEIPZIG, DE) 17. Januar 1991 (1991-01-17) * Zusammenfassung; Abbildungen *	1,9	B61K9/02
A	DE 197 17 661 A1 (KRUPP FOERDERTECHNIK GMBH, 45143 ESSEN, DE) 29. Oktober 1998 (1998-10-29) * Zusammenfassung; Abbildungen *	1,9	
A	US 5 903 355 A (SCHWARZ ET AL) 11. Mai 1999 (1999-05-11) * Zusammenfassung; Abbildungen *	1,9	
A	EP 1 186 856 A (INNOTEC EUROPE GMBH) 13. März 2002 (2002-03-13) * Zusammenfassung; Abbildung *		
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			B61K G01B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 2. November 2005	Prüfer Ferranti, M
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 Patentedokument, 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 05 45 0097

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.

02-11-2005

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
DE 4015086	A1	17-01-1991	DD	286526 A5	31-01-1991
DE 19717661	A1	29-10-1998	KEINE		
US 5903355	A	11-05-1999	DE	4411448 A1	05-10-1995
EP 1186856	A	13-03-2002	DE	10044157 C1	24-01-2002

EPO FORM P0461

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