

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) Veröffentlichungsnummer:

0 047 558
A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 81200973.6

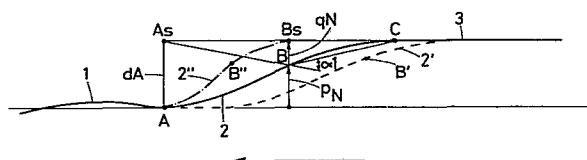
(51) Int. Cl.³: **E 01 B 35/06**

(22) Anmeldetag: 01.09.81

(30) Priorität: 09.09.80 CH 6755/80

(71) Anmelder: **CANRON INC., Succursale**
Crissier 2 Arc-en-Ciel, CH-1023 Crissier (CH)(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung: 17.03.82
Patentblatt 82/11(72) Erfinder: **Cicin-Sain, Yvo, Rue de Lausanne 24,**
CH-1030 Bussigny (CH)
Erfinder: **Deliyski, Yvan, 22, Tour Grise,**
CH-1007 Lausanne (CH)(84) Benannte Vertragsstaaten: **AT DE FR IT**(74) Vertreter: **Wagener, Karl Heinz et al, Bugnion S.A. 10,**
route de Florissant Case 42, CH-1211 Genf 2 (CH)(54) **Verfahren und Vorrichtung zur Bestimmung der bei Gleiskorrekturarbeiten ausgeführten Gesamtverstellung des Gleises.**

(57) An einer bestimmten Stelle ist die effektive Gesamtverstellung eines Gleises zwischen der unkorrigierten und der korrigierten Gleislage gleich der Summe aus der während der Arbeitsoperation an dieser Stelle (B bzw. B_s) stattfindenden Verstellung (q_N), die unter Zuhilfenahme der üblichen Bezugslinie messbar ist, und der «Vor-Verstellung» (p_N), die bereits vorher bei der Korrektur an den dahinterliegenden Arbeitsstellen stattgefunden hat und nicht aus den üblichen Messwerten abgeleitet werden kann. Diese Schwierigkeit wird dadurch umgangen, dass zur Bestimmung der effektiven Gesamtverstellung an jeder Arbeitsstelle die dort während der Arbeitsoperation erfolgende Verstellung (q_N) gemessen und im Falle einer Nivellierung bzw. Ausrichtung mit einem Nivellierkoeffizienten bzw. einem Richtkoeffizienten multipliziert wird, wobei für diese aus den bekannten Maschinen- und Gleisparametern berechenbaren Koeffizienten unter normalen Gleis- und Instandhaltungsbedingungen konstante Mittelwerte angesetzt werden. Die Messanordnung weist zwei Winkelmessgeräte auf, mit denen jeweils vor und nach einer Nivellieroperation und einer Richtoperation die Abstände des Messpunktes (B bzw. B_s) von der Bezugslinie und damit die bei jeder Arbeitsoperation erfolgte Gleisanhebung und Gleisverschiebung gemessen wird.



EP 0 047 558 A2

Verfahren und Vorrichtung zur Bestimmung der bei Gleis-
korrekturarbeiten ausgeführten Gesamtverstellung des
Gleises

- 5 Bei Gleiskorrekturarbeiten, also beim Nivellieren durch
Anheben oder beim seitlichen Richten der Gleise, rückt
bekanntlich die Gleiskorrekturmaschine mit ihren Ni-
vellier-, Richt- und Gleisstopfwerkzeugen schrittweise
10 von Schwelle zu Schwelle vor, und bei jedem Arbeits-
stopp werden die Schienen an der jeweiligen Arbeits-
stelle mittels der Korrekturwerkzeuge soweit verstellt,
bis ein am Gleis definierter Messpunkt auf eine die
gewünschte Trasse definierende Bezugslinie fällt. Diese
15 Bezugslinie, die also den theoretisch gewünschten
Streckenverlauf nachbildet, stellt eine Messbasis dar
und wird beispielsweise durch ein auf der Maschine und
gegebenenfalls auf weiteren Hilfsfahrzeugen bzw. Mess-
fahrwerken angeordnetes Bezugselement definiert. Dieses
20 Bezugselement, bei dem es sich zum Beispiel um einen
gespannten Draht oder eine Stange handeln kann, er-
streckt sich von wenigstens einem Gleisbezugspunkt
hinter der Maschine im bereits korrigierten Gleisbe-
reich zu einem Gleisbezugspunkt vor der Maschine im
noch zu korrigierenden Gleisbereich (GB-PS 14 23 574,
25 AT-PS 305 333).

Im Falle eines geradlinig verlaufenden Gleisabschnittes
ist die Bezugslinie natürlich eine gerade Linie, wäh-
rend sie in Gleiskurven durch einen Kreisbogen defi-
30 niert wird, welcher durch wenigstens zwei Gleisbezugs-
punkte im korrigierten Gleisbereich und einen Gleisbe-
zugspunkt im noch zu korrigierenden Gleisbereich ver-
läuft.

- 35 Es ist auch bekannt, mit einem am Messpunkt befindli-
chen optischen Winkelmessgerät, dessen optische Achse

als Bezugslinie dient, und mit Lichtquellen an den Gleisbezugspunkten zu arbeiten und deren Lage zur optischen Achse durch Winkelmessungen zu bestimmen (CH-PS 510 171).

5

Bei den vorstehend erwähnten Korrekturarbeiten mit Hilfe der Bezugslinie bzw. der Messbasis kann zwar mit geeigneten Messgeräten an jeder Arbeitsstelle der Betrag bestimmt werden, um den das Gleis während der Korrekturoperation verstellt worden ist, nicht jedoch der effektive Wert der gesamten Gleiskorrektur, um den die Schiene an einer Stelle aus ihrer ursprünglichen, unkorrigierten Lage in ihre korrigierte Lage bewegt worden ist. Bei Ankunft der Arbeitswerkzeuge an einer Arbeitsstelle befindet sich nämlich die dortige Gleisstelle nicht mehr in ihrer ursprünglichen, unkorrigierten Lage, sondern ist bereits infolge der vorhergehenden Arbeitsoperationen, die an den dahinter liegenden Schwellen durchgeführt wurden, mehr oder weniger verstellt, also entweder angehoben und/oder seitlich verschoben worden. Bildlich gesprochen schieben die Arbeitswerkzeuge während des Betriebs eine im Gleis entstehende "Verstell-Welle", also eine "Hebungs-Welle" bzw. eine "Richt-Welle", vor sich her, welche bei jeder Arbeitsoperation an einer Arbeitsstelle eine "Vor-Verstellung," also eine "Vor-Anhebung" bzw. eine "Vor-Verschiebung", im Sinne der gewünschten Korrektur an der folgenden Arbeitsstelle bewirkt. Die Grösse dieser "Vor-Verstellung" ist jedoch mittels der erwähnten Messbasis und der daraus ableitbaren Daten nicht bestimmbar.

Nun kann es jedoch wünschenswert oder sogar von der Eisenbahnverwaltung vorgeschrieben sein, dass bei Gleiskorrekturarbeiten die an jeder Arbeitsstelle durchgeführte effektive Gesamtverstellung des Gleises erfasst bzw. registriert werden soll, eine Bedingung,

die aus den oben erläuterten Gründen bisher nicht ohne weiteres erfüllbar ist, weil mit den Werten, die unter Zuhilfenahme der Bezugslinie bzw. der Messbasis ermittelt werden können, nur die an jeder Arbeitsstelle
5 ausgeführte momentane Gleisverstellung bestimmbar ist. Um die effektive Gesamtverstellung des Gleises zu bestimmen, ist man bisher gezwungen, zunächst die ursprüngliche Lage des Gleises durch eine in der Erde befestigte Absteckung zu markieren, nach Ausführung der
10 Gleiskorrektur an dieser Stelle die neue Gleislage zu messen und die Differenz zur Marke der Absteckung zu bestimmen. Diese Methode ist natürlich umständlich und unwirtschaftlich und lässt sich mit vertretbarem Aufwand allenfalls in grösseren Gleisabständen, nicht
15 jedoch an jeder Schwelle bzw. an jeder Arbeitsstelle durchführen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein sehr einfaches und wirtschaftliches Verfahren verfügbar zu
20 machen, mit dem bei Gleiskorrekturarbeiten jeweils die effektive Gesamtverstellung des Gleises an den einzelnen Arbeitsstellen ohne grossen Aufwand bestimmt werden kann, und ferner eine einfache Messanordnung zur Durchführung des Verfahrens zu schaffen.
25

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäss dadurch gelöst, dass an einer Arbeitsstelle der Betrag der dort während der Arbeitsoperation erfolgten Gleisverstellung (q_N bzw. q_R) gemessen und zur Ermittlung der effektiven
30 Gesamtverstellung (r_N bzw. r_R) im Falle einer Nivellierung mit einem Nivellierkoeffizienten (K_N) und im Falle einer seitlichen Ausrichtung mit einem Richtkoeffizienten (K_R) multipliziert wird und dass für diese Koeffizienten, die jeweils für eine bestimmte Gleiskorrektur-
35 maschine aus den bekannten Maschinenparametern und für einen bestimmten Streckenabschnitt aus den bekannten Gleisparametern in Abhängigkeit von der Grösse der

Gleisverstellung, jedoch unter Vernachlässigung des Einflusses des jeweiligen Schotterbettzustandes berechenbar sind, unter normalen Gleis- und Instandhaltungsbedingungen konstante Wert verwendet werden.

5

Das Verfahren nach der Erfindung ist also denkbar einfach, da die gemessenen Werte der an jeder einzelnen Arbeitsstelle ausgeführten Gleisanhebung bzw. Gleisverschiebung nur mit einem im allgemeinen konstanten
10 Nivellier- bzw. Richtkoeffizienten multipliziert zu werden brauchen.

Diese Koeffizienten tragen also der erwähnten, nicht ohne weiteres erfassbaren "Vor-Anhebung" bzw. "Vor-Ver-
15 schiebung" Rechnung; die Faktoren, von denen diese Koeffizienten abhängen, sind die folgenden:

a) Die bekannten konstanten Parameter der Gleiskorrekturmaschine, das sind das auf den Fahrgestellen ruhende
20 Gewicht der Maschine, der Abstand zwischen den beiderseits der Korrekturwerkzeuge befindlichen Fahrgestellen, welche die Abstützpunkte bilden, und schliesslich der Abstand des Angriffspunktes der Werkzeuge vom einen bzw. anderen dieser Abstützpunkte.

25

b) Die ebenfalls bekannten, konstanten Gleisparameter; das sind Gewicht, Querschnitt, Elastizität und Trägheits- bzw. Biegemomente der Schienen, ferner Material, Gewicht, Abmessungen und Abstände der Schwellen sowie
30 die Art der Schienenbefestigung.

c) Die variable Grösse der jeweiligen Schienenverstellung, bei der es sich also um einen veränderlichen, jedoch erfassbaren Parameter handelt.

35

d) Der variable jeweilige Zustand des Schotter- bzw. Gleisbettes, für welchen im wesentlichen der Verdich-

tungsgrad des Schotters wichtig ist und welcher einen variablen, nicht erfassbaren Parameter darstellt.

Es hat sich nun gezeigt, dass für die praktischen
5 Bedürfnisse der Einfluss des variablen Schotterpara-
meters auf den Wert des Nivellier- bzw. Richtkoeffizien-
ten vernachlässigbar ist und dass der Einfluss der
variablen jeweiligen Gesamtverstellung des Gleises bis
zu einem Betrag von maximal etwa 30 bis 40 mm als
10 konstant angesetzt werden kann. Daher ist überraschen-
derweise der Nivellier- bzw. Richtkoeffizient aus den
bekannten Maschinen- und Gleisparametern als Funktion
der Gesamtverstellung der Schienen berechenbar, wozu
sich simulierte parametrische Berechnungen anhand eines
15 Balkenmodells (man vergleiche Figuren 3a bis 3c) als
besonders zweckmässig erwiesen haben. Derartige Berech-
nungen zeigen, dass die Aenderungen der erwähnten
Koeffizienten in Abhängigkeit von der Gesamtverstellung
des Gleises bis zu einer Gesamtanhebung bzw. Gesamtver-
20 schiebung von maximal etwa 40 mm nur gering sind. Da
nun unter normalen Gleis- und Instandsetzungsbedingun-
gen eine maximale Gesamtgleisverstellung von etwa 40 mm
praktisch nicht überschritten wird, lassen sich die
Koeffizienten mit einer für die Praxis ausreichenden
25 Näherung als konstante Grössen ansetzen. Unter den
normalerweise auftretenden Verhältnissen kann also ohne
weiteres mit einem konstanten Nivellier- bzw. Richt-
koeffizienten als Multiplikationsfaktor gearbeitet wer-
den, wobei der Fehler der ermittelten effektiven Ge-
30 samtverstellung des Gleises bei 5% bis maximal allen-
falls 10% liegen kann, was der geforderten Genauigkeit
genügt.

Sollte bei Gleiskorrekturarbeiten der erwähnte maximale
35 Verstellwert von etwa 40 mm überschritten werden, dann
ist es natürlich im Prinzip ohne weiteres möglich,
entsprechend korrigierte Koeffizientenwerte zu berech-

nen, falls das verlangt oder gewünscht wird; da jedoch bei ungewöhnlich grossen Gleiskorrekturen, welche etwa 40 mm übersteigen, im allgemeinen auch ein grösserer prozentualer Fehler bei der Bestimmung der Totalver-
5 stellung des Gleises zulässig ist, lohnt sich im allgemeinen nicht der Aufwand einer Neuberechnung der Koeffizienten, so dass also auch in diesen nur selten auftretenden Ausnahmefällen mit demselben konstanten Wert der Koeffizienten gearbeitet werden kann.

10

Der jeweilige variable Schotterzustand, welcher an sich bei der seitlichen Ausrichtung des Gleises eine wesentlich grössere Rolle spielt als bei der Gleisanhebung, hat sich deshalb als vernachlässigbar erwiesen,
15 weil -wenn man von der allerersten Arbeitsoperation auf einer zu korrigierenden Strecke absieht- die jeweils von den Werkzeugen erfasste, zu verstellende Gleisstelle bereits durch die vorangehenden Korrekturoperationen im Schotterbett mehr oder weniger gelockert
20 worden ist und weil ferner die Schienen bei einer Korrektur zunächst angehoben und damit etwas aus dem Schotterbett gelöst werden, bevor die seitliche Ausrichtung erfolgt.

25 Da die Gesamtanhebung und die seitliche Gesamtverschiebung des Gleises von teilweise unterschiedlichen Faktoren beeinflusst werden, ergeben sich natürlich für die berechneten Nivellier- und Richtkoeffizienten im allgemeinen unterschiedliche Werte.

30

Bei der Lösung der erfindungsgemässen Aufgabe wurde also überraschenderweise erkannt, dass trotz der zahlreichen, zum Teil variablen Parameter, welche die erwähnte "Vor-Verstellung" des Gleises beeinflussen und
35 von denen auf den ersten Blick scheinbar viele gar nicht hinreichend genau berücksichtigt werden können, unter normalen Gleis- und Instandsetzungsverhältnissen

die gesuchten Werte der effektiven Gesamtverstellung des Gleises proportional zu der bei jeder Arbeitsoperation gemessenen momentanen Gleisverstellung angesetzt werden können, und dass der Proportionalitätsfaktor, also der berechenbare Nivellier- bzw. Richtkoeffizient, in guter Näherung als Konstante betrachtet werden kann. Mit Hilfe eines einmal aufgestellten Rechenprogramms, in welches die erwähnten bekannten Parameter eingehen, lassen sich die erforderlichen Koeffizienten ohne Schwierigkeiten bestimmen.

Bevorzugte, auf einer Gleiskorrekturmaschine zu installierende Messanordnungen zur Durchführung des erfindungsgemässen Verfahrens, das heisst zur Messung der bei jeder Arbeitsoperation an der betreffenden Arbeitsstelle erfolgten momentanen Gleisverstellung, sind in den Patentansprüchen 2 bis 4 beschrieben.

Das Verfahren und die Messanordnung nach der Erfindung werden anhand der Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 schematisch das Prinzip der Messung bei einer Nivellierung,

25

Figur 2a und 2b ebenfalls schematisch das Prinzip der Messung bei einer seitlichen Gleisausrichtung für zwei unterschiedliche Messanordnungen,

30

Figur 3a, 3b und 3c schematische Darstellungen der Gleiskorrekturmaschine und eines Balkenmodells zur Berechnung der Koeffizienten und

35

Figur 4 ein Diagramm zur Veranschaulichung der Beziehung zwischen der effekti-

ven Gesamtverstellung des Gleises
und der bei einer Arbeitsoperation
erfolgten momentanen Verstellung.

5 In Figur 1, die sich auf die Nivellierung eines gerad-
linig verlaufenden Gleises bezieht, weist die mit einer
starken ausgezogenen Linie dargestellte Gleisstrecke
drei Abschnitte auf, nämlich den unkorrigierten Gleis-
bereich 1 vor der in Richtung des horizontalen Pfeils
10 vorrückenden Gleiskorrekturmaschine bzw. vor den Ar-
beitswerkzeugen, den Korrekturbereich 2 und schliess-
lich den bereits korrigierten Gleisbereich 3 hinter der
Maschine. Die Gleiskorrekturmaschine bewegt sich be-
kanntlich schrittweise von Schwelle zu Schwelle bzw.,
15 wenn jeweils zwei benachbarte Schwellen gleichzeitig
bearbeitet werden, von Schwellenpaar zu Schwellenpaar.
Drei aufeinanderfolgende Arbeitsstellen sind in Figur 1
durch Messpunkte B', B und B" angedeutet, welche in
bekannter Weise, zum Beispiel durch ein Messfahrgestell
20 oder eine Messrolle der Maschine, am Gleis definiert
werden und in unmittelbarer Nähe der Nivellierwerkzeuge
liegen. Ein im unkorrigierten Gleisbereich 1 auf dem
Gleis liegender Bezugspunkt A, der dem Verlauf des
unkorrigierten Gleises folgt, und ein auf dem Gleis
25 liegender Bezugspunkt C im korrigierten Gleisbereich 3
definieren in bekannter Weise als Messbasis eine Be-
zugsgerade. Zur Festlegung dieser Bezugsgeraden dienen
der Punkt C und, im nicht korrigierten Gleisbereich,
üblicherweise ein im konstanten Abstand d_A senkrecht
30 über dem Gleisbezugspunkt A liegender Punkt A_S . Für den
Abstand d_A wählt man im allgemeinen eine mittlere Höhe
derart, dass die mit der Maschine mitwandernde Bezugs-
gerade $A_S C$ stets um einige Millimeter oberhalb der zu
nivellierenden Gleisstrecke, also auch oberhalb des
35 zuvor zu ermittelnden höchsten Punktes dieser Strecke,
liegt. Dadurch wird vermieden, dass ein Messpunkt B
über der Bezugsgeraden liegen kann und zwecks Korrektur

theoretisch abgesenkt werden müsste. Gleichzeitig erfährt das Gleis auf diese Weise im Mittel eine entsprechende vorbestimmte Anhebung.

- 5 Die Bezugspunkte A und C können in bekannter Weise an den Enden der Maschine (Figur 3a) oder zum Beispiel durch Messfahrwerke, die vor bzw. hinter der Maschine angeordnet sind, definiert werden. Die Nivellieroperation an jeder Arbeitsstelle, im betrachteten Beispiel
10 am Messpunkt B, besteht darin, diesen Punkt B soweit anzuheben, dass er auf die Bezugsgerade A_sC fällt, also nach Figur 1 den Punkt B_s erreicht.

- Bei jeder Nivellieroperation kann nun die an der betreffenden Arbeitsstelle stattfindende, in Figur 1 mit q_N bezeichnete Anhebung des Gleispunktes B auf die mit B_s bezeichnete Stelle gemessen werden, indem man die Differenz der vor und nach der Nivellieroperation gemessenen Abstände des Punktes B bzw. B_s von der
20 Bezugsgeraden A_sC bildet. Zu diesem Zwecke wird auf der Gleiskorrekturmaschine vorzugsweise ein Winkelmessgerät am Messpunkt B installiert. Mit diesem Winkelmessgerät wird vor der Operation der Winkel α_1 zwischen den Geraden A_sB und BC und nach der Operation der Winkel α_2 zwischen den Geraden A_sB_s und B_sC gemessen,
25 welcher bei unvollkommener Korrektur, wenn also die Maschine optimal arbeitet, verschwindend klein und daher in Figur 1 nicht markiert ist. Aus der Winkeldifferenz $\alpha_1 - \alpha_2$ und aus den bekannten konstanten
30 Abständen zwischen den Punkten A_s und B einerseits sowie B und C andererseits folgt mittels bekannter trigonometrischer Beziehungen der Betrag der Anhebung q_N . Dieses Ergebnis kann von der in an sich bekannterweise mit entsprechenden Elementen und elektronischen
35 Schaltungen ausgerüsteten Messanordnung automatisch geliefert werden.

Bisher ist nun jedoch keine Möglichkeit bekannt geworden, unter Zuhilfenahme der Bezugsgeraden und der üblichen Messgeräte die effektive gesamte Gleisanhebung aus der ursprünglichen unnivellierten Lage in die
 5 nivellierte Lage zu messen oder abzuleiten. Es besteht jedoch ein erhebliches Interesse, und es wird bereits von einigen Eisenbahnverwaltungen verlangt, diese effektive Gesamtverstellung an den einzelnen Arbeitsstellen zu kontrollieren, zu erfassen und/oder zu
 10 registrieren.

Die im Falle einer Nivellierung im folgenden mit r_N bezeichnete effektive Gesamtanhebung ist nach Figur 1 gleich der Summe aus der bekannten Anhebung q_N und der
 15 unbekannten "Vor-Anhebung" p_N , welche während der vorangehenden Arbeitsoperationen an den dahinterliegenden Arbeitsstellen entsteht, insbesondere bei der Anhebung des Punktes B' des gestrichelt dargestellten Gleisabschnitts 2' an der unmittelbar dahinterliegenden
 20 Arbeitsstelle. In gleicher Weise ist in Figur 1 auch die bei der Anhebung des Punktes B um den Betrag q_N stattfindende "Vor-Anhebung" des davorliegenden, strichpunktirt gezeichneten Gleisabschnitts 2" dargestellt, welcher hierbei am Ort der folgenden Arbeitsstelle bereits auf den Punkt B" angehoben wird.
 25

Dieser unbekannten, sozusagen voreilenden Anhebung p_N , welche von den in der Beschreibungseinleitung erwähnten Parametern abhängt, wird nun erfindungsgemäss dadurch
 30 in einfacher Weise Rechnung getragen, dass die oben angegebene Summe für r_N wie folgt in ein Produkt umgewandelt wird:

$$r_N = q_N + p_N = q_N K_N$$

35 K_N stellt einen Nivellierungskoeffizienten dar, der, wie in der Beschreibungseinleitung erläutert, aus den

bekannten Maschinen- und Gleisparametern mittels eines entsprechenden Rechenprogramms berechnet und unter normalen Gleis- und Instandhaltungsverhältnissen als Konstante betrachtet werden kann. Ein Modell zu seiner
5 Berechnung wird später anhand der Fig. 3a-3c und 4 näher erläutert.

In Figur 2a, die sich auf die seitliche Ausrichtung eines durch eine starke Linie dargestellten Gleises in
10 einer Kurve bezieht, sind wiederum der unkorrigierte Gleisbereich 1, der Korrekturbereich 2 und der bereits korrigierte Gleisbereich 3 dargestellt. Die die Messbasis bildende Bezugslinie ist in diesem Falle in bekannter Weise ein Kreisbogen, welcher durch die
15 beiden im korrigierten Gleisbereich 3 liegenden Bezugspunkte C und D und durch den im noch nicht korrigierten Gleisbereich 1 liegenden Bezugspunkt A geht, welcher der zu bearbeitenden Gleisstrecke folgt. Zwecks Ausrichtung ist das Gleis am Messpunkt B der betreffenden
20 Arbeitsstelle auf den Kreisbogen ACD, also bis zum Punkt B_s , zu verschieben.

Um die bei dieser Korrekturoperation erfolgte Verschiebung q_R zu bestimmen, werden mit einem bei B installierten
25 Winkelmessgerät vor der Verschiebung der Winkel β_1 zwischen den auf Bogensehnen liegenden Geraden AB und BC und nach der Verschiebung der Winkel β_2 zwischen den Geraden AB_s und B_sC gemessen. Hieraus und aus den bekannten Längen AB und BC ergeben sich in bekannter
30 Weise die betreffenden Bogenhöhen bei B bzw. bei B_s und aus deren Differenz der gesuchte Wert q_R .

Die effektive Gesamtverschiebung des Gleises hängt jedoch wiederum von der bereits anhand der Figur 1
35 erläuterten "Vor-Verstellung" p_R ab, also von der durch die vorangehenden Richtoperationen bewirkten "Vor-Verschiebung", welche durch die erwähnten, konventionellen

Messungen mit Hilfe der Messbasis nicht erfassbar ist. Erfindungsgemäss wird, wie im Falle der Nivellierung nach Figur 1, der Wert der effektiven Gesamtverschiebung r_R bei einer Gleisausrichtung durch das Produkt

5

$$r_R = q_R + p_R = q_R K_R$$

dargestellt, wobei K_R als Richtkoeffizient bezeichnet wird, der wie der Nivellierungskoeffizient aus bekannten Parametern berechenbar ist und unter normalen Gleis- und Instandhaltungsbedingungen in guter Näherung als konstant angenommen werden kann.

Figur 2b veranschaulicht für die sonst gleiche Ausrichtung wie im Beispiel nach Figur 2a eine andere Position des Winkelmessgeräts, das sich diesmal am Punkte C befindet, was aus räumlichen Gründen günstiger und bequemer ist. In diesem Falle werden zur Bestimmung von q_R vor der Verschiebung der Winkel φ_1 zwischen den Geraden BC und CD und nach der Verschiebung der Winkel φ_2 zwischen den Geraden $B_s C$ und CD gemessen, die betreffenden Bogenhöhen bei C und aus deren Differenz der gesuchte Wert q_R abgeleitet. Der Wert r_R folgt wiederum durch Multiplikation mit dem Richtkoeffizienten K_R .

Wenn bei Richtoperationen mit Absteckpfählen gearbeitet wird, welche die gewünschte Trasse markieren, dann kann in bekannter Weise der vordere, im nicht korrigierten Gleisbereich befindliche Bezugspunkt, durch den der Bezugskreisbogen verläuft, analog wie bei der in Figur 1 veranschaulichten Nivellierung in einem vorgegebenen Abstand vom Gleis, auf der einen oder anderen Seite, liegen.

35

An Hand der Fig. 3a, 3b, 3c und 4 soll das Modell zur Berechnung der Koeffizienten K_N und K_R erläutert werden.

Figur 3a zeigt schematisch eine Gleiskorrekturmaschine 4, die sich mit ihren Fahrwerken 5 und den am Gleis anliegenden Punkten A, B, C und D auf dem Gleis in Pfeilrichtung bewegt. Der Bezugspunkt A liegt im noch nicht korrigierten Gleisbereich 1 am vorderen Ende der Maschine, der Messpunkt B im Korrekturbereich 2 in unmittelbarer Nähe der nicht gezeigten Korrekturwerkzeuge am Arbeitspunkt unter dem Mittelteil der Maschine, der Bezugspunkt C im korrigierten Gleisbereich 3 am Ende der Maschine und der beim Gleisrichten benötigte weitere Bezugspunkt D, der durch ein hinter der Maschine 4 angekuppeltes Messfahrwerk definiert sein kann, im konstanten festen Abstand hinter dem Bezugspunkt C. Die für die Bestimmung der bei jeder Arbeitsoperation erfolgten Gleisverstellungen q_N bzw. q_R benötigten konstanten Abstände zwischen den erwähnten Punkten sind in Figur 3a angegeben und können beispielsweise $l_{AB} = 8230 \text{ mm}$, $l_{BC} = 5505 \text{ mm}$ und $l_{CD} = 4515 \text{ mm}$ betragen.

Zur Berechnung des Nivellier- oder Richtkoeffizienten wird nach Figur 3b das Modell eines biegsamen Balkens 8 verwendet, der den zu korrigierenden Gleisabschnitt unterhalb der Maschine 4 simuliert und auf den die bekannten Maschinen- und Gleisparameter angewendet werden. Die Maschinenparameter sind das auf die Fahrgestelle 5 an den Abstützpunkten 7 wirkende Maschinen-gewicht, der Abstand l_1 zwischen den beiden Abstützpunkten 7, der Abstand l_2 zwischen dem Messpunkt und dem hinteren Abstützpunkt 7 und der Achsabstand l_3 zwischen den Achsen eines Fahrgestells 5. Im betrachteten Beispiel betragen $l_1 = 8580 \text{ mm}$, $l_2 = 2750 \text{ mm}$ und $l_3 = 1520 \text{ mm}$. Folglich geht das Modell nach Figur 3b von einem Balken 8 mit der Länge l_1 aus, welcher an beiden Enden in einer dem Gewicht an den Abstützpunkten 7 entsprechenden Weise eingespannt ist. Die Gleisparameter, also im wesentlichen Gewicht, Elastizität und Trägheits- bzw. Biegemomente der Schienen, Gewicht

und Abstand der Schwellen sowie Typ der Schienenbefestigung werden dadurch simuliert, dass man einerseits dem Balken 8 die erwähnten Schieneneigenschaften, insbesondere die entsprechenden Momente, zuordnet, und
5 dass man andererseits die in Figur 3b durch Pfeile 9 angedeuteten Kräfte einführt, welche den Balken 8 belasten und die vom Gewicht der Schienen und Schwellen herrührenden Kräfte nachbilden. Natürlich wird bei den Berechnungen auch berücksichtigt, dass sich die Balken-
10 enden bei Biegung des Balkens um die Verankerungspunkte 7 drehen können, wie in Figur 3b schematisch durch die Winkel 10 angedeutet.

Zur Berechnung des Nivellierkoeffizienten wird nun im
15 Modell die hintere Abstützstelle 7 bzw. Verankerungsstelle mit dem betreffenden Balkenende um eine der Gesamtanhebung des Gleises entsprechende Strecke r_N angehoben, wie in Figur 3c dargestellt, und die dabei im Abstand l_2 , das heisst also an der Messstelle B, stattfindende "Vor-Anhebung" p_N des Balkens berechnet,
20 welche durch Messungen am Gleis nicht erfassbar ist. Messbar ist lediglich, wie erwähnt, die am Messpunkt B während der Nivellieroperation erfolgende momentane Anhebung q_N , welche in Figur 3c ebenfalls angedeutet
25 ist.

Der von r_N abhängige Nivellierkoeffizient K_N ergibt sich als Steigung der Kurve, welche r_N als Funktion von q_N darstellt. Figur 4 zeigt als Beispiel eine solche
30 Kurve 11, die für eine Gleiskorrekturmaschine mit den in Verbindung mit Figur 3a angegebenen charakteristischen Abständen und für ein auf Betonschwellen verlegtes Gleis mit typischen Gleisparametern mit Hilfe des vorstehend erwähnten Modells berechnet wurde. Man
35 sieht, dass die Kurve 11 für wachsende r_N - bzw. q_N -Werte eine stetig zunehmende Steigung aufweist, die jedoch für r_N -Werte bis etwa 30-40 mm, entsprechend q_N -Werten

von etwa 14-18 mm, nur so langsam variiert, dass sie in diesem Bereich mit einer für die Praxis ausreichenden Näherung durch eine konstante mittlere Steigung $\operatorname{tg} \varphi_0$ ersetzt werden kann, wobei der Winkel φ_0 durch die Gerade 12 definiert ist. Im Beispiel nach Figur 4 wurde der Mittelwert der Kurvensteigung bis zu einem Wert q_N von etwa 35 mm genommen, und es ergab sich die mittlere Steigung $\operatorname{tg} \varphi_0 = K_N = 2,12$. Mit diesem Nivellierungskoeffizienten ergaben sich bei der praktischen r_N -Berechnung mittels der gemessenen q_N -Werte Fehler, die für r_N -Werte von etwa 35 mm bei maximal etwa 9 bis 10% lagen und für kleinere r_N -Werte geringer ausfielen. So lag beispielsweise für $r_N = 25$ mm der maximale Fehler bei 7 bis 8%.

15

Anhand des gleichen, vorstehend erläuterten Modells lässt sich unter Einführung der für die Gleisausrichtung wesentlichen Gleisparameter in analoger Weise auch der Richtkoeffizient K_R berechnen, welcher durch die mittlere Steigung der entsprechenden r_R -Kurve als Funktion von q_R gegeben ist, wobei dieser Mittelwert wiederum bis zu r_R -Werten von maximal 30 bis 40 mm gebildet wird. Im Falle des vorstehend betrachteten Beispiels ergab sich als mittlere Steigung der r_R -Kurve ein Richtkoeffizient $K_R = 2,32$.

Da unter normalen Gleis- und Instandsetzungsbedingungen eine effektive Gesamtverstellung des Gleises von mehr als 40 mm praktisch kaum vorkommt, liefern die für eine bestimmte Gleiskorrekturmaschine und eine zu korrigierende Gleisstrecke einmal berechneten, konstanten Nivellier- und Richtkoeffizienten auf einfache Weise Ergebnisse mit der in der Praxis geforderten Genauigkeit.

PATENTANSPRUECHE

1. Verfahren zur Bestimmung der bei Gleis-Nivellier-
und/oder Gleisrichtarbeiten ausgeführten effektiven
5 Gesamtverstellung des Gleises zwischen der unkorrigier-
ten und der korrigierten Gleislage, dadurch gekenn-
zeichnet, dass an einer Arbeitsstelle der Betrag der
dort während der Arbeitsoperation erfolgten Gleisver-
stellung (q_N bzw. q_R) gemessen und zur Ermittlung der
10 effektiven Gesamtverstellung (r_N bzw. r_R) im Falle
einer Nivellierung mit einem Nivellierkoeffizienten
(K_N) und im Falle einer seitlichen Ausrichtung mit
einem Richtkoeffizienten (K_R) multipliziert wird und
dass für diese Koeffizienten, die jeweils für eine
15 bestimmte Gleiskorrekturmaschine aus den bekannten
Maschinenparametern und für einen bestimmten Strecken-
abschnitt aus den bekannten Gleisparametern in Abhän-
gigkeit von der Grösse der Gleisverstellung, jedoch
unter Vernachlässigung des Einflusses des jeweiligen
20 Schotterbettzustands berechenbar sind, unter normalen
Gleis- und Instandhaltungsbedingungen konstante Wert
verwendet werden.

2. Gleiskorrekturmaschine zur Durchführung des Verfah-
25 rens nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass sie
zwecks Bestimmung der während einer Nivellieroperation
erfolgten Gleisanhebung (q_N) wenigstens ein Winkelmess-
gerät aufweist, das dazu eingerichtet ist, den Winkel
(α_1 bzw. α_2) zwischen den beiden Geraden, die den
30 Gleismesspunkt (B bzw. B_S) an der jeweiligen Arbeits-

stelle einerseits mit einem Bezugspunkt (A_s) im noch nicht korrigierten Gleisbereich (1) und andererseits mit einem Bezugspunkt (C) im bereits korrigierten Gleisbereich (3) verbinden, vor und nach der Nivel-
5 lieroperation zu messen.

3. Gleiskorrekturmaschine nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass sie zwecks Bestimmung der während einer Richtoperation erfolgten Gleisverschiebung (q_R)
10 wenigstens ein weiteres Winkelmessgerät aufweist, das an einem ersten Bezugspunkt (C) im jeweils bereits korrigierten Gleisbereich (3) angeordnet und dazu eingerichtet ist, den Winkel (μ_1 bzw. μ_2) zwischen den Geraden, welche den ersten Bezugspunkt (C) einerseits
15 mit dem Gleismesspunkt (B bzw. B_s) und andererseits mit einem zweiten Bezugspunkt (D), der im bekannten Abstand vom ersten Bezugspunkt (C) ebenfalls im bereits korrigierten Gleisbereich (3) liegt, verbinden, vor und nach der Richtoperation zu messen.

20

4. Gleiskorrekturmaschine nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass sie zwecks Bestimmung der während einer Richtoperation erfolgten Gleisverschiebung (q_R)
25 am Gleismesspunkt (B bzw. B_s) angeordnet und dazu eingerichtet ist, den Winkel (β_1 bzw. β_2) zwischen den Geraden, welche den Gleismesspunkt (B bzw. B_s) an der jeweiligen Arbeitsstelle einerseits mit einem Bezugspunkt (A) im noch nicht korrigierten Gleisbereich (1)
30 und andererseits mit einem Bezugspunkt (C) im bereits korrigierten Gleisbereich (3) verbinden, vor und nach der Richtoperation zu messen.

