



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

⑪ CH 657 881 A5

⑤① Int. Cl.⁴: E 01 B 35/00

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ PATENTSCHRIFT A5

②① Gesuchsnummer: 8199/80

⑦③ Inhaber:
Canron Inc., Succursale Crissier, Crissier

②② Anmeldungsdatum: 04.11.1980

⑦② Erfinder:
Piantino, Jean-Pierre, La Tour-de-Peilz
Zeitoun, Yvan, Romanel

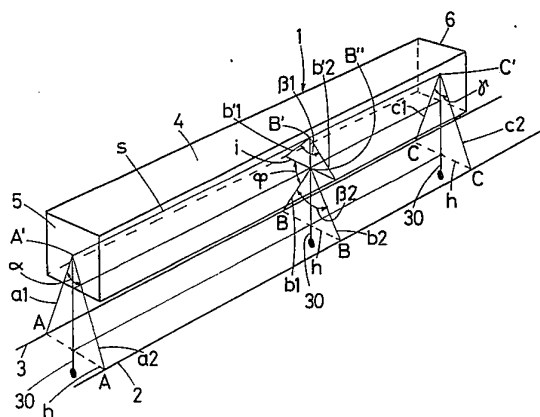
②④ Patent erteilt: 30.09.1986

④⑤ Patentschrift
veröffentlicht: 30.09.1986

⑦④ Vertreter:
Bugnion S.A., Genève-Champel

⑤④ Verfahren und Vorrichtung zur Vermessung der Lage eines Eisenbahngleises.

⑤⑦ Zur Vermessung der Lage eines Eisenbahngleises (2, 3) wird eine von den Gleisbezugs- und Messpunkten (A, B, C) unabhängige Bezugslinie (s) in Form eines zwischen zwei Festpunkten (A', C') des Messfahrzeugs (1) in Gleislängsrichtung gespannten Drahtes oder Fadens verwendet. In dem durch diese Bezugslinie (s) und durch am Messfahrzeug (1) aufgehängte Pendel (30) definierten Bezugssystem werden die Koordinaten der Gleispunkte (A, B, C) gemessen und mittels eines auf dem Messfahrzeug (1) angeordneten automatischen Rechners zunächst aus diesen Koordinaten die durch die Gleisbezugs- und Messpunkte (A, C) gegebenen Messbasis und dann mit den Koordinaten des Messpunktes (B) dessen Abweichung von dieser Messbasis berechnet. Das die Bezugslinie (s) darstellende Bezugselement ist innerhalb eines hohlen Balkens (4) des Fahrzeugchassis angeordnet; an beiden Balkenstirnseiten (5, 6) befinden sich Messanordnungen für die durch Messräder definierten Gleisbezugs- und Messpunkte (A, C), und in einer Balkenquerschnittsebene, die durch ebenfalls durch Messräder definierte Gleismesspunkte (B) geht, sind ausserhalb und innerhalb des Balkens (4) Messgeräte installiert, mit denen einerseits die Lage des Balkens (4) relativ zu den Messpunkten (B) und andererseits die Lage des Bezugselementes relativ zum eventuell verformten Balken gemessen werden.



PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zur Vermessung der Lage eines Eisenbahngleises zwecks Kontrolle, Korrektur und/oder Registrierung von Gleislageparametern, unter Verwendung eines auf dem Gleis fortbewegbaren Messfahrzeugs (1) mit Messfahrwerken (26), deren Berührungspunkte mit dem Gleis Gleisbezugspunkte (A, C, D) darstellen, welche eine mit dem Messfahrzeug mitbewegte, den Soll-Verlauf des Gleises vorgebende Messbasis definieren, wobei die Lage wenigstens eines zwischen den Messfahrwerken auf dem Gleis liegenden Gleispunktes, welcher den zu kontrollierenden bzw. zu korrigierenden Gleismesspunkt (B) darstellt, relativ zur Messbasis bestimmt wird, dadurch gekennzeichnet, dass eine von den Gleisbezugspunkten (A, C, D) und dem Gleismesspunkt (B) unabhängige, sich wenigstens näherungsweise in Längsrichtung des Gleises (2, 3) erstreckende Bezugslinie (s) verwendet wird, die durch wenigstens einen fahrzeugfesten Punkt (A) des Fahrzeugs (1) verläuft und zusammen mit der durch diese Bezugslinie gehenden Vertikalebene ein von den Gleisbezugspunkten (A, C, D) und dem Gleismesspunkt (B) unabhängiges Bezugssystem definiert, dass die Koordination der Gleisbezugspunkte (A, C, D) und des Gleismesspunktes (B) relativ zu diesem Bezugssystem gemessen werden und dass dann einerseits aus den Koordinaten der Gleisbezugspunkte (A, C, D) die den Soll-Verlauf des Gleises vorgebende Messbasis und andererseits mit den Koordinaten des Gleismesspunktes (B) dessen Abweichung von der Messbasis berechnet wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass mit dem durch die Bezugslinie (s) und die erwähnte Vertikalebene definierten Bezugssystem gleichzeitig die für das Nivellieren und die für das Richten des Gleises erforderlichen Messungen durchgeführt und ausserdem die Gleislageparameter des korrigierten Gleises gemessen und registriert werden.

3. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1 oder 2, mit einem ein Chassis aufweisenden Messfahrzeug (1), dadurch gekennzeichnet, dass die Bezugslinie (s) durch ein geradliniges materielles Bezugselement (7) oder durch wenigstens einen elektromagnetischen Strahl (50; 55, 57) wenigstens einer auf dem Fahrzeugchassis befestigten Strahlungsquelle (51; 56, 58) oder durch die optische Achse (61) eines am Fahrzeugchassis befestigten optischen Geräts (52) gebildet ist, dass oberhalb der Gleisbezugspunkte (A, C, D) und oberhalb des Gleismesspunktes (B) Messanordnungen, welche Pendel (30; 78) enthalten, auf dem Messfahrzeug (1) installiert und dazu eingerichtet sind, die Koordinaten der Gleisbezugspunkte (A, C, D) und des Gleismesspunktes (B) in dem durch die Bezugslinie (s) und die durch die erwähnten Pendel (30; 78) gegebene Vertikalebene definierten Bezugssystem zu messen, und dass ein automatischer Rechner zur Auswertung der gemessenen Koordinaten vorgesehen ist.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, wobei das Chassis wenigstens einen in Längsrichtung orientierten hohlen Balken aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass die Bezugslinie (s) im Innern des Balkens (4) verläuft.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Bezugslinie (s) ein an beiden Stirnseiten (5, 6) des Balkens (4) befestigtes und gespanntes Bezugselement (7) in Form eines Drahtes oder Fadens ist, dass unterhalb der beiden Stirnseiten (5, 6) Gleisbezugspunkte (A, C) definierende Messräder (25) der Messfahrwerke (26) auf den Schienen (2, 3) aufliegen, dass an jeder Balkenstirnseite (5, 6) eine der erwähnten Messanordnungen mit Messgeräten (18, 19, 20, 21; 75, 76, 77) installiert ist und dass wenigstens in einer durch die Gleismesspunkte (B) gehenden, zwischen den Balkenstirnseiten (5, 6) liegenden Querschnittsebene des

Balkens (4) eine Messanordnung mit ausserhalb und innerhalb des Balkens installierten Messgeräten (31, 32, 33; 35, 36; 85, 86) vorgesehen und dazu eingerichtet ist, in dieser Querschnittsebene des Balkens (4) einerseits die Lage des Balkens (4) relativ zu den Messpunkten (B) und andererseits die Lage des Bezugselementes (7) relativ zum Balken (4) zu messen.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die an den Balkenstirnseiten (5, 6) installierten Messanordnungen um einen auf der Achse des gespannten Bezugselementes (7) liegenden Führungszapfen (13, 17) in der durch die jeweiligen Gleisbezugspunkte (A, C) gehenden, orthogonal zum Bezugselement (7) orientierten Ebene drehbar gelagert und dazu eingerichtet sind, die Abstände zwischen dem Führungszapfen (13, 17) und den Gleisbezugspunkten (A, C) zu messen, dass die in der durch die Gleismesspunkte (B) gehenden Querschnittsebene des Balkens (4) angeordnete innere Messanordnung (35, 36) dazu eingerichtet ist, die Abstände zwischen dem Bezugselement (7) und zwei Balkeninnenpunkten zu messen, und dass die in der letzterwähnten Querschnittsebene angeordnete äussere Messanordnung (31, 32, 33; 40, 41, 44, 45) dazu eingerichtet ist, den Abstand zwischen wenigstens einem Punkt des Balkens (4) und den Gleismesspunkten (B) zu messen.

7. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass alle Messanordnungen nur Längenmessgeräte (75, 76, 77; 91) aufweisen, welche so montiert und orientiert sind, dass sie direkt die Koordinaten der Gleispunkte (A, B, C, D) in je einem relativen kartesischen Koordinatensystem (x_A, y_A; x_B, y_B; ...) messen, welches in jeder der durch die erwähnten Gleispunkte gehenden Querschnittsebenen des Balkens (4) an diesem fixiert ist.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Bezugselement (7) längs der Achse eines Rohres (8) verläuft, welches im Innern des Balkens (4) durch mehrere Verankerungsblöcke (9, 10, 34) zentriert gehalten wird.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Bezugselement (7) mit seinem einen Ende am Kolben (14, 15) eines druckmittelbetätigten Zylinders (16) befestigt und dadurch mit einer vorgebbaren konstanten Zugkraft beaufschlagbar ist.

10. Vorrichtung nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Innere des Rohres (8) zwecks Dämpfung von Schwingungen des Bezugselementes (7) mit einer Flüssigkeit gefüllt ist, die vorzugsweise wenigstens näherungsweise das gleiche spezifische Gewicht wie das Bezugselement (7) hat.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass am Bezugselement (7) wenigstens ein mit radialen Flügeln versehenes Dämpfungselement (39) befestigt ist.

12. Vorrichtung nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Rohr (8) mitsamt dem darin eingespannten Bezugselement (7) und gegebenenfalls mit dem druckmittelbetätigten Zylinder (16) eine auswechselbare Baueinheit bildet, welche in den Balken (4) hinein- bzw. aus dem Balken herausgeschoben werden kann.

13. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Bezugslinie (s) vom Lichtstrahl (50) einer an der einen Balkenstirnseite (5) installierten Lichtquelle (51) gebildet ist und dass in einer orthogonal zum Lichtstrahl (50) orientierten, durch die Messpunkte (B) gehenden Ebene ein transparenter optischer Detektor (52), zum Beispiel mit mehreren radial verteilten Photozellen oder einer CCD-Matrix, und an der gegenüberliegenden Balkenstirnseite (6) ein optischer Detektor (53) gleicher Bauart angeordnet sind.

14. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Bezugslinie (s) von den miteinander ausge-

richteten Lichtstrahlen (55, 57) zweier Lichtquellen (56, 58) gebildet ist, welche einander gegenüberliegend an den beiden Balkenstirnseiten (5, 6) installiert sind, und dass in einer orthogonal zu diesen Lichtstrahlen orientierten, durch die Messpunkte (B) gehenden Ebene zwei optische Detektoren (59, 60) für den einen bzw. den anderen Lichtstrahl angeordnet sind, welche, zum Beispiel mittels mehrerer radial verteilter Photozellen oder je einer CCD-Matrix, dazu eingerichtet sind, die Lage des Balkens (4) in der erwähnten Ebene relativ zu der durch die Lichtstrahlen definierten Bezugslinie (s) zu messen.

15. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Bezugslinie (s) durch die optische Achse (61) eines optischen Winkelmessgeräts (62) gebildet ist, das an einer Balkenstirnseite (5) installiert ist, und dass am Balken (4) oberhalb der Messpunkte (B) und an der anderen Balkenstirnseite (6) je zwei Lichtquellen (63, 64, 65, 66) mit auf das Winkelmessgerät (62) gerichteten Lichtstrahlen befestigt sind.

16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass sie zur Bildung einer quasi-absoluten Messbasis ein in beliebigem Abstand vor dem Messfahrzeug (1) auf dem Gleis (2, 3) rollendes, unabhängiges Messfahrzeug (70) aufweist, welches einen vorderen Bezugspunkt (A_0) definiert, und dass auf dem Messfahrzeug (1) eine weitere Messanordnung (72) installiert ist, die dazu eingerichtet ist, die Lage eines charakteristischen Punktes, insbesondere einer punktförmigen Lichtquelle (71), auf dem Messfahrzeug (70) relativ zu dem durch die Bezugslinie (s) definierten Bezugssystem zu messen, und vorzugsweise einen mit elektromagnetischer Strahlung arbeitenden Entfernungsmesser und ein optisches Winkelmessgerät aufweist, mit welchen die Entfernung zum erwähnten Punkt (71) des Messfahrzeuges (70) und dessen Winkellage relativ zur Bezugslinie (s) bestimmbar sind.

17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass das Messfahrzeug (1) Rollenzangen aufweisende Mittel zum Durchführen von Gleiskorrekturarbeiten zum Nivellieren und Richten des Gleises aufweist und dass die Gleismesspunkte (B) die Angriffspunkte der Rollenzangen sind.

18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass das Messfahrzeug mit wenigstens einer Gleisstoppvorrichtung ausgerüstet ist und dass Gleismesspunkte (B) unmittelbar vor und hinter der Gleisstoppvorrichtung vorgesehen sind und die gemessenen Koordinaten dazu dienen, einen dazwischen liegenden mittleren Gleismesspunkt zu berechnen.

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und auf eine Vorrichtung zur Vermessung der Lage eines Eisenbahngleises zwecks Kontrolle, Korrektur und/oder Registrierung von Gleislageparametern, unter Verwendung eines auf dem Gleis fortbewegbaren Messfahrzeugs mit Messfahrwerken, deren Berührungspunkte mit dem Gleis Gleisbezugspunkte darstellen, welche eine mit dem Messfahrzeug mitbewegte, den Soll-Verlauf des Gleises vorgebende Messbasis definieren, wobei die Lage wenigstens eines zwischen den Messfahrwerken auf dem Gleis liegenden Gleispunktes, welcher den zu kontrollierenden bzw. zu korrigierenden Gleismesspunkt darstellt, relativ zur Messbasis bestimmt wird.

Bisher bekannten Verfahren und Vorrichtungen zur Gleisvermessung, insbesondere bei der Durchführung von Gleiskorrekturarbeiten, ist gemeinsam, dass man stets direkt den Abstand eines Gleismess- oder Arbeitspunktes von einer

Messbasis bestimmt, welche durch materielle, geradlinige oder kreisbogenförmig gekrümmte Bezugselemente in Form von Drähten, Stangen usw. dargestellt wird (GB-PS 1 423 574, AT-PS 305 333, DE-OS 2 818 405). Diese materiellen Bezugselemente müssen so angeordnet und ausgebildet sein, dass sie so exakt wie möglich ständig an den Gleisbezugspunkten anliegen bzw. ständig einen konstanten festen Abstand von diesen haben. Die Gleisbezugspunkte werden bekanntlich durch besondere Messfahrwerke am

10 Mess- oder Arbeitsfahrzeug oder durch in bestimmtem Abstand vor und/oder hinter dem Fahrzeug auf den Schienen rollende Messfahrzeugstelle definiert. Dabei bereitet die Montage und exakte Ausrichtung der Bezugselemente auf, am oder unter dem Mess- oder Arbeitsfahrzeug, insbesondere aus räumlichen Gründen, häufig Schwierigkeiten. Auch sind in der Regel gewisse Abweichungen in der Lage des Bezugselements von den die Messbasis bestimmenden Gleisbezugspunkten im Laufe des Betriebs kaum zu vermeiden.

20 Da man zum Nivellieren eines Gleises eine geradlinige Messbasis und zum seitlichen Ausrichten eines Gleises in einer Kurve in der Regel eine Messbasis in Form eines Kreisbogens benötigt, sind bisher für diese beiden Mess- bzw. Korrekturoperationen jeweils zwei verschiedene Messbasen auf 25 dem Mess- bzw. Arbeitsfahrzeug erforderlich. Zum Definieren einer geraden Linie als Messbasis benötigt man einen Gleisbezugspunkt im noch nicht korrigierten Gleisbereich und einen Bezugspunkt im bereits korrigierten Gleisbereich, während man zum Definieren eines Kreisbogens als Messbasis in einer Gleiskurve ausser einem im noch nicht korrigierten Gleisbereich liegenden Bezugspunkt wenigstens zwei im bereits korrigierten Gleisbereich liegende Bezugspunkte benötigt.

Es ist ferner bereits ein Messverfahren bekannt, bei 35 welchem mit einem am Messpunkt befindlichen optischen Winkelmessgerät, dessen optische Achse als Bezugslinie dient, und mit Lichtquellen an den Gleisbezugspunkten gearbeitet wird, deren Lage zur optischen Achse durch Winkelmessungen bestimmt wird (CH-PS 510 171). Hierbei besteht 40 die Notwendigkeit, das optische Winkelmessgerät exakt am Messpunkt, oder in konstantem bekanntem Abstand von diesem, zu montieren.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein einfacher durchführbares Verfahren zur Gleisvermessung zu schaffen, 45 bei welchem die Darstellung der durch die Gleisbezugspunkte definierten Messbasis durch ein materielles Bezugselement oder auch durch einen Lichtstrahl oder die optische Achse eines Elements entfällt und welches ausserdem gleichzeitig Nivellierungs- und Richtmessungen sowie gegebenenfalls die Ermittlung und Registrierung zahlreicher anderer 50 Gleisparameter erlaubt.

Zur Lösung dieser Aufgabe ist das Verfahren nach der Erfindung dadurch gekennzeichnet, dass eine von den Gleisbezugspunkten und vom Gleismesspunkt unabhängige, sich 55 wenigstens näherungsweise in Längsrichtung des Gleises erstreckende Bezugslinie verwendet wird, die durch wenigstens einen fahrzeugfesten Punkt des Fahrzeugs verläuft und zusammen mit der durch diese Bezugslinie gehenden Vertikalebene ein von den Gleisbezugspunkten und dem Gleismesspunkt unabhängiges Bezugssystem definiert, dass die 60 Koordinaten der Gleisbezugspunkte und des Gleismesspunktes relativ zu diesem Bezugssystem gemessen werden und dass dann einerseits aus den Koordinaten der Gleisbezugspunkte die den Soll-Verlauf des Gleises vorgebende Messbasis und andererseits mit den Koordinaten des Gleismesspunktes dessen Abweichung von der Messbasis berechnet wird.

Dadurch wird vermieden, dass die Messbasis durch mate-

rielle Elemente reproduziert werden muss, welche die Gleisbezugspunkte konkret miteinander verbinden oder einen festen Abstand von den Gleispunkten haben müssen und welche umständlich zu montieren und häufig nur ungenau zu positionieren sind, und es wird erreicht, dass lediglich mit an sich bekannten Messgeräten, insbesondere Längenmess- und Winkelmessgeräten, die jeweiligen Lagen aller interessierenden Gleispunkte relativ zu der auf dem Mess- oder Arbeitsfahrzeug definierten Bezugslinie bestimmt werden müssen, die von den Gleispunkten unabhängig ist. Daher ist das Messverfahren nach der Erfindung sehr anpassungsfähig, da im Prinzip ohne weiteres beliebig viele Gleisbezugspunkte berücksichtigt werden können, ohne dass ein auf alle diese Bezugspunkte auszurichtendes materielles Bezugselement erforderlich ist. Ausserdem lassen sich alle für eine vollständige Gleisvermessung und für Gleiskorrekturen erforderlichen Messoperationen, insbesondere Nivellierungs-, Richt- und Überhöhungsmessungen, praktisch gleichzeitig unter Verwendung ein und derselben Bezugslinie durchführen und die gewünschten Gleisparameter unter Verwendung eines entsprechend programmierten, automatischen Rechners ermitteln. Ferner können erfindungsgemäss nach einer Gleiskorrektur ohne irgendwelche zusätzlichen Hilfsmittel direkt auch alle diejenigen Parameter gemessen und registriert werden, welche die Qualität der durchgeführten Arbeiten zu kontrollieren erlauben. Diese Registrierung, welche in der Regel von den Eisenbahnverwaltungen verlangt wird, erfordert bisher besondere Messoperationen und Messanordnungen. Im allgemeinen handelt es sich hierbei um die Registrierung der folgenden sechs Parameter: Die Schienenüberhöhung, die Verwindung, die Pfeilhöhen in der horizontalen und in der vertikalen Ebene sowie die Gesamtanhebung und die seitliche Gesamtverschiebung des Gleises, das heisst die Korrekturen, um welche die Schienen an einer Stelle aus ihrer ursprünglichen unkorrigierten Lage in die korrigierte Lage bewegt wurden. Gegebenenfalls lassen sich auch weitere zur Kontrolle der Trasse dienende Parameter bestimmen.

Die Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens mit einem ein Chassis aufweisenden Messfahrzeug ist dadurch gekennzeichnet, dass die Bezugslinie durch ein gradliniges materielles Bezugselement oder durch wenigstens einen elektromagnetischen Strahl wenigstens einer auf dem Fahrzeugchassis befestigten Strahlungsquelle oder durch die optische Achse eines am Fahrzeugchassis befestigten optischen Geräts gebildet ist, dass oberhalb der Gleisbezugspunkte und oberhalb des Gleismesspunktes Messanordnungen, welche Pendel enthalten, auf dem Messfahrzeug installiert und dazu eingerichtet sind, die Koordinaten der Gleisbezugspunkte und des Gleismesspunktes in dem durch die Bezugslinie und die durch die erwähnten Pendel gegebene Vertikalebene definierten Bezugssystem zu messen, und dass ein automatischer Rechner zur Auswertung der gemessenen Koordinaten vorgesehen ist.

In den übrigen Patentansprüchen sind zweckmässige Ausgestaltungen derartiger Vorrichtungen beschrieben. Das Bezugselement kann ein gespannter Draht, ein Faden, eine Schnur oder dergleichen sein. Es empfiehlt sich, dass die Bezugslinie realisierende Element bzw. den Lichtstrahl vor äusseren atmosphärischen Einflüssen zu schützen; im Falle eines Lichtstrahls wird dadurch eine Streuung oder Brechung bei Gegenwart von Nebel oder Feuchtigkeit vermieden. Vorzugsweise dient ein auf Mess- oder Arbeitsfahrzeugen im allgemeinen sowieso vorhandener hohler Chassisbalken dazu, das Bezugselement bzw. den von wenigstens einer Lichtquelle ausgesandten Strahl zu umgeben.

Die Erfindung wird anhand der Zeichnungen an Beispielen näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 eine schematische Darstellung, die das Prinzip des erfindungsgemässen Verfahrens an einer ersten Durchführungsform veranschaulicht,

Figur 1a eine Verfahrensvariante dieser Durchführungsform hinsichtlich der Messung am Gleismesspunkt,

Figur 1b eine Erweiterung des Verfahrens unter Einbeziehung von vier Gleispunkten,

Figur 2 ein durch die Bezugslinie definiertes Bezugssystem,

Figuren 3 bis 10 Einzelheiten einer Vorrichtung zur Durchführung des an Hand der Figuren 1 bis 3 veranschaulichten Verfahrens,

Figuren 11 und 12 schematisch mit Lichtstrahlen als Bezugslinie arbeitende Vorrichtungen,

Figur 13 schematisch eine Vorrichtung, bei der die Bezugslinie durch die optische Achse eines optischen Winkelmessgeräts definiert wird,

Figur 14 schematisch die Realisierung einer quasi-absoluten Messbasis in Verbindung mit der Erfindung,

Figur 15 eine schematische Darstellung, die eine zweite Durchführungsform des erfindungsgemässen Verfahrens veranschaulicht, und

Figuren 16 bis 18 Einzelheiten einer dafür geeigneten Vorrichtung.

Figur 1 veranschaulicht das Prinzip des Verfahrens nach der Erfindung. Auf einem nicht näher dargestellten Mess- oder Arbeitsfahrzeug 1, das auf den Schienen 2 und 3 abrollt, wird eine gerade Bezugslinie s , die sich in Längsrichtung des Fahrzeugs 1 bzw. der Gleise erstreckt, definiert. Dazu wird vorzugsweise ein üblicherweise zum Chassis derartiger Fahrzeuge gehörender, in Längsrichtung orientierter hohler Balken 4 verwendet, indem die gerade Linie, welche die Mittelpunkte A' und C' der beiden Balkenstirnseiten 5 und 6 verbindet, als Bezugslinie s definiert wird. Hierbei kann es sich, wie später noch erläutert wird, entweder um eine materielle Gerade in Form eines gespannten Bezugselements, z. B. eines Drahts, Fadens oder dergleichen, oder aber auch um eine immaterielle Gerade in Form der optischen Achse eines optischen Geräts oder in Form eines Lichtstrahls oder eines Bündels einer anderen elektromagnetischen Strahlung handeln.

Unterhalb der Balkenstirnseiten 5 und 6 sind am Fahrzeug 1 Messfahrwerke oder Messfahrgestelle mit auf den Schienen 2 und 3 abrollenden Messrädern oder Tasträdern vorgesehen, deren Berührungspunkte auf den Schienen 2 und 3 die Gleisbezugspunkte A und C definieren. Die beiden Bezugspunkte A und der Punkt A' einerseits und die beiden Bezugspunkte C und der Punkt C' andererseits liegen in je einer orthogonal zur Bezugslinie s orientierten Ebene. Ein weiteres, irgendwo in der Fahrzeugmitte angeordnetes Messfahrwerk definiert mit seinen auf dem Gleis abrollenden Messrädern die jeweiligen Gleismesspunkte B auf beiden Schienen 2 und 3. Pendel 30 an allen Messfahrwerken messen die Neigung der Radachsen und definieren unabhängig von der jeweiligen Orientierung des Messfahrzeugs 1 bzw. des Balkens 4 die Vertikale. So lässt sich ein räumliches Bezugssystem mit der durch die Bezugslinie s gehenden vertikalen Ebene definieren, welches in Figur 2 gezeigt ist. Aus Gründen der Einfachheit wählt man natürlich ein orthogonales Koordinationssystem, dessen Ursprung zum Beispiel im Punkte A' liegt und welches die in Figur 2 angegebenen Achsen x , y und z hat. Dabei kann das Fahrzeug 1 bzw. der Balken 4 gegen die Vertikale, also nach Figur 2 gegen die y -Achse, um einen durch die Pendel 30 gemessenen Winkel δ gekippt sein.

Die Bezugslinie s ist nur durch die beiden Punkte A' und C' definiert und unabhängig von irgendwelchen Gleispunkten. Nun besteht bekanntlich das Ziel einer Gleisver-

messung darin, die Abweichung eines Gleismesspunktes B von der durch die Gleisbezugspunkte A und C definierten Messbasis zu bestimmen, welche den Soll-Verlauf des Gleises darstellt. Im Falle der Nivellierung einer geradlinig verlaufenden Gleisstrecke ist diese Messbasis natürlich eine Gerade, welche durch den im noch nicht korrigierten Gleisbereich liegenden Bezugspunkt A und durch den im bereits korrigierten Gleisbereich liegenden Bezugspunkt C geht. Während bisher der Abstand des Messpunktes B von der durch die Bezugspunkte A und C gehenden Geraden unter Zuhilfenahme eines diese Gerade AC darstellenden Bezugselementes direkt ermittelt wurde, werden erfindungsgemäss nunmehr zunächst die Koordinaten der Bezugspunkte A und C sowie der Messpunkte B in dem durch die Bezugslinie s definierten, von allen Gleispunkten unabhängigen Bezugssystem gemessen. Aus diesen gemessenen Koordinaten wird dann mittels eines auf dem Fahrzeug 1 befindlichen automatischen Rechners die jeweilige Abweichung der Messpunkte B von der durch die Bezugspunkte A und C definierten Messbasis berechnet.

Zur Messung der erwähnten Koordinaten der Bezugspunkte A und C sind an den Balkenstirnseiten in den orthogonal zur Bezugslinie s orientierten Ebenen, welche durch die Punkte A' und C' verlaufen, jeweils Messanordnungen installiert, mit denen die in diesen Ebenen liegenden Dreiecke AA'A und CC'C ausmessbar sind. Da der Abstand h zwischen den einander zugewandten Seiten der Spurräder des Messfahrwerks, also die Entfernung AA bzw. CC, und damit die Basis des Dreiecks bekannt ist, genügt es, mittels zweier Längenmessgeräte die beiden anderen Dreieckseiten a1 und a2 bzw. c1 und c2 zu messen. Statt dessen können auch mittels eines Winkelmessgeräts der Winkel α bzw. γ am Punkte A' bzw. C' zwischen den benachbarten Dreieckseiten und mittels eines Längenmessgeräts die Länge einer der beiden benachbarten Dreieckseiten a1 oder a2 bzw. c1 oder c2 gemessen werden. Man hat dann zum Beispiel für das Dreieck AA'A die bekannten drei Grössen h, a1, a2 oder h, α , a1 oder h, α , a2, aus denen sich aufgrund bekannter trigonometrischer Beziehungen die Lage der Punkte A' und C' relativ zu den Bezugspunkten A bzw. C und damit relativ zur üblichen Messbasis ergeben.

Die Lage der Messpunkte B relativ zur Bezugslinie s folgt aus der Vermessung zweier Dreiecke, die beide in der gleichen, zur Bezugslinie s orthogonalen und durch die Messpunkte B gehenden Querschnittebene des Balkens 4 liegen. Das eine Dreieck liegt im Innern des Balkens 4 und ist durch seinen auf der Bezugslinie s liegenden Scheitelpunkt B' und die Schnittpunkte der erwähnten Ebene mit den beiden unteren Kanten des Balkens 4 definiert, deren Abstände zum Punkt B' mit b'1 und b'2 bezeichnet sind. Das andere Dreieck liegt unter dem Balken 4 und ist durch die beiden Gleismesspunkte B und den in der Mitte der Balkenunterseite liegenden Scheitelpunkt B'' definiert; die diesem benachbarten Dreieckseiten sind mit b1 und b2 bezeichnet. Die Basis des inneren Dreiecks ist gleich der Breite i des Balkens 4 und daher bekannt. Zur Vermessung dieses inneren Dreiecks sind also wiederum zwei die Längen der Seiten b'1 und b'2 messende Längenmessgeräte oder ein Längenmessgerät, welches eines der beiden erwähnten Seiten misst, und ein Winkelmessgerät erforderlich, das den Scheitelpunkt β 1 am Punkte B' misst. In analoger Weise dienen zur Vermessung des unteren Dreiecks, dessen Basis h bekannt ist, entweder zwei die Seiten b1 und b2 messende Längenmessgeräte oder ein Längenmessgerät, welches eines dieser beiden Seiten misst, und ein Winkelmessgerät zur Messung des Scheitelpunktes β 2 am Punkt B''. Da der Balken relativ zur Ebene des Gleises mehr oder weniger gekippt oder auch tordiert sein

kann, wird der Winkel ϕ , den die Balkenunterseite mit der einen Seite, im betrachteten Beispiel der Seite b1, des unteren Dreiecks einschliesst, durch ein weiteres Winkelmessgerät bestimmt. Aus all den vorstehend erwähnten Messdaten folgt aufgrund bekannter trigonometrischer bzw. geometrischer Beziehungen die Lage der Messpunkte B relativ zur Bezugslinie s.

Figur 1a zeigt eine Variante der Messanordnung zur Bestimmung der Lage der Messpunkte B in bezug auf die Bezugsliste s. Anstelle des unteren Dreiecks BB''B nach Figur 1 wird gemäss der Anordnung nach Figur 1a ein Viereck vermessen, das aus der Seite h, entsprechend dem Abstand zwischen den Spurradzrädern des Messfahrwerks, der Seite i, entsprechend der Breite des Balkens 4, sowie den Seiten b''1 und b''2 besteht, welche die Endpunkte der beiden ersterwähnten Seiten paarweise verbinden. Zur Vermessung dieses Vierecks werden vier Messgeräte benötigt, mit denen die Längen der beiden Seiten b''1 und b''2 und die beiden Winkel β 3 und β 4 gemessen werden.

Figur 1b veranschaulicht schematisch das Verfahren nach der Erfindung für den Fall, dass im vorderen, nicht korrigierten Gleisbereich wiederum die Bezugspunkte A, im hinteren, bereits korrigierten Gleisbereich jedoch zwei Paare von im bekannten Abstand zueinander liegenden Bezugspunkten C und D benötigt werden. Drei Bezugspunkte A, C und D zur Konstruktion eines Kreisbogens als Messbasis werden beim Ausmessen oder Richten eines gekrümmt verlaufenden Gleises in einer Kurve benötigt. In diesem Fall liegen die Bezugspunkte D und der Punkt D' in der durch die hintere Stirnseite des Balkens 4 gehenden Ebene, während die davor liegenden Bezugspunkte C und der Punkt C' in einer Querschnittebene des Balkens 4 zwischen den Messpunkten B und den Bezugspunkten D liegen und genau so vermessen werden können wie die Messpunkte B, entsprechend den vorstehenden Erläuterungen anhand der Figur 1.

Die Figuren 3 bis 10 zeigen ein erstes Ausführungsbeispiel zur Durchführung des erfindungsgemässen Verfahrens, wobei die Bezugslinie s durch einen Draht 7 realisiert wird, welcher innerhalb eines hohlen Balkens 4 des Fahrzeugchassis verläuft. Anstatt eines Drahtes kann natürlich auch ein Faden, eine Schnur oder dergleichen verwendet werden. Im folgenden wird der Einfachheit halber im allgemeinen nur von dem Draht 7 gesprochen.

Nach Figur 3 ist in der Mitte des Balkens 4 ein in dessen Längsrichtung liegendes Rohr 8 vorgesehen, längs dessen Achse der die Bezugslinie s darstellende Draht 7 verläuft. An beiden Enden wird das Rohr 8 in Verankerungsblöcken 9 und 10 gehalten, die in der Nähe der Stirnseite 5 und 6 des Balkens 4 mittels in der Balkenwand sitzenden Justierschrauben 11 (Figur 8) zentriert befestigt sind, wobei am Balkenumfang noch je ein Verstärkerband 12 vorgesehen ist. An der einen Stirnseite 5 des Balkens 4 ist das aus dem Rohr 8 herausragende Ende des Drahtes 7 an einem Führungszapfen 13 verankert, welcher eine Öffnung in der Mitte der Balkenstirnwand 5 durchsetzt und sich mit seinem inneren stirnseitigen Ende am Verankerungsblock 9 abstützt. An der anderen Balkenstirnseite 6 ist der Draht 7 gemäss Figur 8 an der Kolbenstange 14 des Kolbens 15 eines hydraulischen Zylinders 16 befestigt, der in Verlängerung des Rohres 8 im Verankerungsblock 10 sitzt. Indem der Kolben 15 mit Druckmittel beaufschlagt wird, lässt sich der Draht 7 mit einer vorgebbaren Kraft spannen. Das Innere des Rohres 8 kann über den in Figur 3 angedeuteten Einfüllstutzen 16a mit einer Flüssigkeit gefüllt sein, die eine ähnliche oder dieselbe volumetrische Masse bzw. Dichte hat wie das Bezugselement 7, für das aus Gewichtsgründen in diesem Falle natürlich zweckmässigerweise ein Faden und kein Draht verwendet wird. Dadurch werden Schwingungen und Vibrationen des

Fadens gedämpft. An der Aussenseite des Zylinders 16 ist, in Verlängerung des Drahtes 7, ein Führungzapfen 17 befestigt, der gemeinsam mit dem Führungzapfen 13 auf der anderen Seite des Balkens 4 die ausserhalb dieses Balkens liegenden Achsen der Bezugslinie s definiert. An diesen Führungszapfen 13 und 17 greifen die an den Bezugspunkten A und C vorgesehenen Messanordnungen an, die im betrachteten Beispiel aus je zwei Längenmessgeräten zur Messung der Längen der vorstehend erwähnten Dreieckseiten a_1 und a_2 sowie c_1 und c_2 bestehen. Wie in Figur 8 gezeigt, sind am Führungsstift 17 die beiden zur Messung der Abstände c_1 und c_2 dienenden Längenmessgeräte 20 und 21 mittels Kugellagern 22 und 23 drehbar gelagert. In gleicher Weise sind am Führungsstift 13 die beiden Längenmessgeräte 18 und 19 zur Messung der Abstände a_1 und a_2 mittels entsprechender Kugellager ebenfalls drehbar gelagert. Die anderen Enden der erwähnten Längenmessgeräte 18, 19 und 20, 21, welche auch in Figur 4 gezeigt sind, sind gelenkig an den Radachsen der beiden an den Bezugspunkten A bzw. C befindlichen Messfahrwerke befestigt, wie es in Figur 9 für die beiden Längenmessgeräte 18 und 19 sowie für die Radachse 24 der Messräder 25 dargestellt ist, die zum Messfahrwerk 26 gehören und die Gleisbezugspunkte A definieren. Das Messfahrwerk 26 weist ein Führungssystem mit zwei V-förmig angeordneten Stangen 27 auf, die an einem am Chassis des Fahrzeugs befestigten Träger 26a angelenkt sind, und kann mittels einer Hubvorrichtung 28, die an einer Traverse 29 zwischen den beiden Stangen 27 angreift, bei Überfahrt des Fahrzeuges angehoben werden. An der Radachse 24 ist ein Pendel 30 zur Messung der Neigung des Messfahrwerks gegenüber der Vertikalen in einer senkrecht zum Gleis orientierten Ebene befestigt. Das Messfahrwerk an den Bezugspunkten C sowie an den Messpunkten B kann genauso wie das Messfahrwerk 26 aufgebaut sein.

Die in den Figuren 3, 6 und 10 veranschaulichte Messanordnung an den Messpunkten B besteht aus einem unter dem Balken 4 installierten Messsystem und aus einem innerhalb des Balkens 4 installierten Messsystem. Das untere Messsystem weist im betrachteten Beispiel zwei Längenmessgeräte 31 und 32 (Figur 6) auf, welche den Punkt B' nach Figur 1 mit den beiden durch die entsprechenden Messräder definierten Messpunkten B verbinden und zur Messung der Abstände bzw. der Dreieckseiten b_1 und b_2 nach Figur 1 dienen. Diese Längenmessgeräte sind mit ihren oberen Enden drehbar an einem der Punkt B' darstellenden Zapfen gelagert, während ihre unteren Enden gelenkig an der Radachse des betreffenden Messfahrwerks angebracht sind. Ferner ist ein Winkelmessgerät 33 zur Messung des Winkels ϕ nach Figur 1 am erwähnten Zapfen angebracht. Das innere Messsystem ist schematisch in Figur 10 veranschaulicht und innerhalb eines Verankerungsblockes 34 installiert, der ähnlich wie die Verankerungsblöcke 9 und 10 aufgebaut ist und das Rohr 8 zentriert hält. Das innere Messsystem, in dessen Bereich das Rohr 8 eine Durchbrechung aufweist, besteht im betrachteten Beispiel ebenfalls aus zwei Längenmessgeräten 35 und 36, deren obere Enden mit einer Öse 37 den gespannten Draht 7 umgreifen und deren untere Enden an Zapfen 38 drehbar gelagert sind, welche in den unteren Ecken des Verankerungsblockes 34 montiert sind.

Eines der Längenmessgeräte 31 oder 32, 18 oder 19 sowie 20 oder 21 kann auch durch je ein Winkelmessgerät an den Punkten B'', A' und C' ersetzt sein, wie bereits bei der Beschreibung des erfindungsgemässen Verfahrens anhand der Figuren 1 und 1a erwähnt.

Wenn das Rohr 8, wie vorstehend erwähnt, mit einer Flüssigkeit gefüllt ist, dann ist am Faden 7, der in diesem Falle die Bezugslinie s bildet, zweckmässigerweise wenigstens ein Stabilisierungs- oder Dämpfungselement 39 mit kreuzförmigen

Flügeln befestigt, wie in Figur 10 dargestellt. Vorteilhafterweise können natürlich mehrere derartige Stabilisierungs- oder Dämpfungselemente 39 längs des Fadens 7, und zwar vorzugsweise jeweils an einem möglichen Schwingungsbauch des Fadens 7, vorgesehen sein. Durch diese Massnahme werden Schwingungen und Vibrationen des Fadens 7 weitgehend gedämpft. Beim Vorhandensein einer Flüssigkeit innerhalb des Rohres 8 ist natürlich auch das Innere des Verankerungsblockes 34, an welchem beidseitig Abschnitte des Rohres 8 dicht befestigt bzw. angeformt sind, mit dieser Flüssigkeit gefüllt.

Durch die beschriebene Anordnung des Drahtes oder Fadens 7 und der verschiedenen Messanordnungen wird erreicht, dass mögliche Deformationen des Balkens 4, also Biegungen und Torsionen, praktisch nur vernachlässigbare Einflüsse auf die Messungen haben. So werden durch die drehbare Lagerung der Längenmessgeräte 18, 19, 20 und 21 an den Führungsstiften 13 und 17 Torsionseffekte des Balkens 4 eliminiert, und durch das innere Messsystem in der Querschnittsebene des Balkens 4 durch den Punkt B' wird die jeweilige Lage des Balkens 4 relativ zum Draht oder Faden 7 gemessen, welche sich bei Deformationen des Balkens ändert. Mit den beschriebenen Messungen lassen sich also die Koordinaten der Bezugspunkte A und C sowie der Messpunkte B in dem Bezugssystem bestimmen, welches durch den Draht oder Faden 7, also die Bezugslinie s , und die durch diese Bezugslinie gehende vertikale Ebene definiert ist, das ist nach Figur 2 die xy-Ebene.

In Figur 7 ist schematisch das unter dem Balken 4 befindliche Messsystem im Falle einer anhand der Figur 1a erläuterten Messung dargestellt. In diesem Falle sind die oberen Enden zweier Längenmessgeräte 40 und 41 an zwei Zapfen 42 und 43 drehbar gelagert, welche an äusseren Vorsprüngen des Balkens 4 montiert sind. Ausserdem sind an den erwähnten Vorsprüngen Winkelmessgeräte 44 und 45 vorgesehen, welche die in Figur 1a angegebenen Winkel β_3 und β_4 messen.

Vorzugsweise können im Innern des Balkens 4, wie in Figur 3 angedeutet, noch diametral orientierte Versteifungselemente 46 vorgesehen sein. Zweckmässigerweise ist das Rohr 8 mitsamt dem darin mittels des hydraulischen Zylinders 16 gespannten Draht 7 als eine in sich fertige Baueinheit ausgebildet, die nach Bedarf in den Balken 4 hineingeschoben und in den Verankerungsblöcken justiert befestigt bzw. aus dem Balken 4 herausgezogen werden kann.

Bei den bisherigen Erläuterungen des Verfahrens nach der Erfindung war die Grösse h zwischen den Spurkränzen der Messräder 25 eines Messfahrwerks, und damit der Abstand zwischen den beiden Schienen, als Konstante betrachtet worden. In diesem Falle werden die Messfahrwerke gewöhnlich mittels eines am Chassis des Fahrzeugs montierten Druckzylinders gegen die eine der beiden Schienen gedrückt, so dass jeweils die Messräder auf der einen Seite mit ihren Spurkränzen ständig an dieser Schiene anliegen. Alle Messungen und Korrekturen beziehen sich dann auf diese Schiene als Basis. Wenn jedoch der Schienenabstand nicht exakt konstant ist, sondern von Ort zu Ort geringfügig etwas schwankt, wie es insbesondere bei Holzschwellen möglich ist, deren Material eventuell im Laufe der Zeit arbeitet, dann ist es im Prinzip vorteilhafter, die Messungen und Korrekturen auf die Gleisachse zu beziehen, also ein Richten nach der Gleisachse durchzuführen. In diesem Falle wird die erwähnte Grösse h nicht konstant gesetzt, sondern variabel angenommen und mit einem Messfahrwerk gemessen, dessen Messräder längs der Radachse verschiebbar sind und durch eine Feder oder einen Druckzylinder ständig auseinander gespreizt werden, so dass ihre Spurkränze immer gleichzeitig an beiden Schienen anliegen. Ein in Figur 9

strichpunktiert angedeutetes Längenmessgerät 46, welches längs der Radachse der Messräder 25 montiert ist, misst dann den im allgemeinen veränderlichen Abstand zwischen den beiden Spurkränzen und damit zwischen den Schienen 2 und 3. Mit diesem Messwert von h lassen sich auf einfache Weise alle Messungen auf die Gleisachse beziehen und entsprechend ein Richten nach der Gleisachse durchführen.

Im Beispiel nach Figur 11 wird die Bezugslinie s durch den längs der Achse des Balkens 4 verlaufenden Lichtstrahl 50 einer Lichtquelle 51 gebildet, die an der Balkenstirnseite 5 bei A' über den Gleisbezugspunkten A installiert ist. In einer orthogonal zu diesem Lichtstrahl 50 orientierten, durch die Messpunkte B gehenden Ebene ist bei B' ein transparenter optischer Detektor 52 mit mehreren, vorzugsweise vier radial verteilten Photozellen angeordnet, und an der gegenüberliegenden Balkenstirnseite 6 ist bei C' über den Gleisbezugspunkten C ein optischer Detektor 53 gleicher Bauart, der jedoch in diesem Falle nicht transparent ist, vorgesehen. Mit derartigen, an sich bekannten optischen Detektoren 52 und 53, die am Balken 4 befestigt sind, lassen sich die infolge eventueller Balkendeformationen entstehenden Abweichungen der Detektorzentren, durch welche theoretisch der Lichtstrahl 50 hindurchgehen soll, vom tatsächlichen Verlauf des Lichtstrahls 50 bestimmen. Bei den Detektoren 52 und 53 kann es sich auch um bekannte, mit einer lichtempfindlichen CCD-Matrix arbeitende Geräte handeln. An den Bezugsstellen A und C sowie, unterhalb des Balkens 4, an den Messstellen B sind wiederum die gleichen Messanordnungen, wie anhand der Figuren 3 bis 9 beschrieben, installiert, mit denen die jeweiligen Lagen der Gleispunkte in Bezug auf das durch den Lichtstrahl 50 definierte Bezugssystem gemessen wird.

Im Beispiel nach Figur 12 wird die Bezugslinie s von den miteinander ausgerichteten Lichtstrahlen 55 und 57 zweier Lichtquellen 56 und 58 gebildet, die einander gegenüberliegend an den beiden Balkenstirnseiten 5 und 6 bei A' bzw. C' installiert sind. In diesem Falle befinden sich in der orthogonal zu den Lichtstrahlen orientierten, durch die Messpunkte B gehenden Ebene bei B' zwei optische Detektoren 59 und 60 der vorstehend erwähnten Bauart für den einen bzw. für den andern Lichtstrahl, die dazu eingerichtet sind, die Lage des Balkens 4 in der erwähnten Ebene relativ zu der durch die Lichtstrahlen definierten Bezugslinie und damit eventuelle Balkendeformationen zu messen.

Figur 13 zeigt schematisch ein Ausführungsbeispiel, bei dem die Bezugslinie s durch die längs der Achse des Balkens 4 verlaufende optische Achse 61 eines optischen Winkelmessgeräts bekannter Bauart gebildet wird, das an der Balkenstirnseite 5 bei A' über den Gleisbezugspunkten A montiert ist. In den orthogonal zur optischen Achse 61 orientierten, durch die Gleismesspunkte B einerseits und die Gleisbezugspunkte C andererseits gehenden Ebenen sind an der Innenwand des Balkens 4 Lichtquellen 63, 64 bzw. 65, 66 befestigt, welche auf das optische Winkelmessgerät 62 gerichtete Lichtstrahlen aussenden. Das optische Winkelmessgerät 62 misst jeweils die Winkel zwischen der optischen Achse 61 und diesen Lichtstrahlen. Für eine gegebene Anordnung der Lichtquellen sind diese Winkel bei nicht deformiertem Balken 4 bekannt und bestimmen die auf der optischen Achse 61 befindlichen Punkte B' und C' , die oberhalb der Gleismesspunkte B bzw. der Gleisbezugspunkte C in den erwähnten Ebenen liegen. Deformationen des Balkens 4 haben entsprechende Änderungen der Winkel zwischen der optischen Achse 61 und den Lichtstrahlen zur Folge und werden daher durch die gemessenen Winkelwerte erfasst. An den Bezugspunkten A und C und den Messpunkten B sind natürlich wiederum, gemäß den Figuren 3 bis 9, Messanordnungen zur Messung der jeweiligen Lagen der Gleispunkte

in Bezug auf das durch die optische Achse 61 definierte Bezugssystem installiert. Bei dem optischen Winkelmessgerät 62 kann es sich insbesondere um das in der AT-PS 312025 beschriebene Gerät zur Erfassung des Winkels wenigstens zweier sich in einem Punkt schneidenden Lichtstrahlen handeln.

Im Beispiel nach Figur 14 wird eine sogenannte quasi-absolute Messbasis verwendet. Zu diesem Zwecke ist in beliebigem Abstand vor dem eigentlichen Mess- oder Arbeitsfahrzeug 1 ein unabhängiges Messfahrzeug 70 vorgesehen, das sich wenigstens näherungsweise mit der mittleren Geschwindigkeit des Fahrzeugs 1 bewegt, einen weit vorn liegenden Bezugspunkt A_0 definiert und ausserdem eine Lichtquelle 71 trägt. An der vorderen Stirnseite des Fahrzeugs 1 ist, am Ende der in beliebiger Weise auf dem Fahrzeug 1 definierten Bezugslinie s , eine Messanordnung 72 vorgesehen. Diese besteht aus einem mit elektromagnetischer Strahlung arbeitenden Entfernungsmessgerät zur Bestimmung der Entfernung der Lichtquelle 71 und damit des Bezugspunktes A_0 und aus einem optischen Winkelmessgerät, wie zum Beispiel in der AT-PS 312025 beschrieben, mit welchem der Winkel ϵ , also die Winkellage des Bezugspunktes A_0 zur Bezugslinie s auf dem Fahrzeug 1, bestimmbar ist. Die Messanordnungen auf dem Fahrzeug 1 an den in Figur 13 angedeuteten Gleispunkten A, B, C, D und E können genauso aufgebaut sein wie anhand der vorangehenden Ausführungsbeispiele beschrieben. Die Gleisbezugspunkte D und E können durch hinter dem Fahrzeug 1 auf den Schienen rollende Messfahrwerke realisiert sein, welche mit dem Fahrzeug 1 bzw. untereinander durch bekannte Steuer-Deichseln verbunden sind, die die Orientierung dieser Messfahrwerke relativ zum Fahrzeug 1 und damit zum Balken 4 mit der Bezugslinie messen.

Die Figuren 15 bis 18 beziehen sich auf eine andere Ausführungsform der an den Gleispunkten A, B, C und D (und gegebenenfalls weiteren Gleispunkten) installierten Messanordnungen, mit denen die Koordinaten dieser Gleispunkte auf andere Weise als mit den Messanordnungen nach den Figuren 1 bis 10 bestimmbar sind. Mit diesen Messanordnungen nach den Figuren 1 bis 10 werden die zur Konstruktion von Dreiecken $AA'A$ usw. (Figur 1) erforderlichen Abstände bzw. Winkel gemessen, und aus diesen Messergebnissen müssen dann mit Hilfe von trigonometrischen Funktionen die Koordinaten der Gleispunkte A, B usw. in einem durch die Bezugslinie s bzw. durch die Punkte A' , B' usw. definierten kartesischen Koordinatensysteme berechnet werden.

Die Konfiguration der Messanordnungen nach den Figuren 15 bis 18 erlaubt es dagegen, die interessierenden Koordinaten direkt jeweils in einem kartesischen Koordinatensystem $x_A, y_A; x_B, y_B; x_C, y_C$ und x_D, y_D zu messen, welches, wie schematisch anhand der Figur 15 veranschaulicht, jedem der Querschnitte des Balkens 4 an den Gleispunkten A, B, C und D zugeordnet ist. Es handelt sich hierbei um relative kartesische Koordinatensysteme, die orthogonal zur Achse des Balkens 4 und damit zur Bezugslinie s sind und, wie in Figur 16 für die Messanordnung an den Gleisbezugspunkten A veranschaulicht, durch ein starr am Balken 4 befestigtes T-förmiges Teil aus einem vertikalen Arm 73 und einer Traverse 74 materialisiert werden. Die Längsrichtung der normalerweise horizontal ausgerichteten Traverse 74 definiert die x -Richtung und die dazu orthogonale Längsrichtung des normalerweise vertikal orientierten Arms 73 die y -Richtung. Der Ursprung dieses Koordinatensystems ist der Punkt A' , der auf dem die Bezugslinie s bildenden Draht 7 liegt, der wiederum innerhalb eines Rohres 8 längs der Achse des Balkens 4 verläuft.

Die y -Koordinaten der Gleisbezugspunkte A, das heisst der Berührungspunkte der Messräder 25 mit den Schienen 2

und 3, werden nach Figur 16 mit Hilfe zweier Längenmessgeräte 75 und 76 gemessen, die einerseits an je einem Ende der Traverse 74 am Gelenkpunkt 80 bzw. 81 und andererseits an der Achse 24 des Messfahrzeugstells nahe den Messrädern 25 am Gelenkpunkt 82 bzw. 83 angelenkt sind. Die x-Koordinate wird mit Hilfe eines Längenmessgeräts 77 gemessen, das einerseits am unteren Ende des Arms 73 am Gelenkpunkt 84 und andererseits am erwähnten Gelenkpunkt 83 des Längenmessgeräts 75 angelenkt ist. Da sich das Koordinatensystem um die Achse des Balkens 4 mit diesem dreht, beispielsweise bei einer Deformation bzw. einer Torsion des Balkens 4, wird seine Winkellage in Bezug auf die Vertikale mit Hilfe eines am Punkte A' angebrachten Pendels 78 bestimmt, wodurch es möglich ist, die Koordinaten der Gleispunkte A in dem Bezugssystem zu messen, welches durch den gespannten Draht 7 und die durch diesen Draht 7 gehende vertikale Ebene definiert ist.

In Figur 15 sind die normalen Räder 95 des in Pfeilrichtung vorrückenden Messfahrzeugs und die Messräder 25 angedeutet; die hinteren Gleisbezugspunkte D werden durch ein hinter dem eigentlichen Messfahrzeug auf den Schienen rollendes Messfahrwerk 97 definiert, das mittels einer Steuerdeichsel 96 am Chassis bzw. am Balken 4 des Messfahrzeuges befestigt ist, wodurch die Lage dieses Messfahrwerks relativ zum Balken 4 bestimmt ist. Die in den verschiedenen Koordinatensystemen gemessenen Koordinaten, die also jeweils in den durch die Gleispunkte A, B bzw. C gehenden Querschnittsebenen des Balkens 4 bestimmt werden, sind in Figur 15 angegeben. In den jeweiligen x-Richtungen sind das die Werte x_a , x_b und x_c , welche mit dem Längenmessgerät 77 nach Figur 16 bzw. den analogen Messgeräten der anderen Messanordnungen bestimmt werden. In den y-Richtungen sind es für die in Fahrtrichtung linken Messräder 25 auf der Schiene 2 die Werte y_{al} , y_{bl} und y_{cl} und für die in Fahrtrichtung rechten Messräder 25 auf der Schiene 3 die Werte y_{ar} , y_{br} und y_{cr} . Diese Koordinaten werden mit den Längenmessgeräten 75 bzw. 76 und den analogen Messgeräten der anderen Messanordnungen gemessen. Alle Messanordnungen haben ausserdem dem Pendel 78 nach Figur 16 entsprechende Pendel, mit denen die in Figur 15 mit δ_a , δ_b , δ_c bzw. δ_o bezeichneten Winkel gemessen werden, welche die Längsrichtung des Arms 73 nach Figur 16 und die der entsprechenden anderen Arme, das heisst also die jeweiligen y-Achsen der verschiedenen Koordinatensysteme mit der Vertikalen einschliessen. Bei einer Deformation des Balkens 4 können alle diese Winkel unterschiedliche Werte haben, das heisst, die verschiedenen relativen Koordinatensysteme können zueinander unterschiedlich orientiert sein.

Bei grösseren Abweichungen der Gleispunkte von den Normalwerten, die sie in ihrem Koordinatensystem einnehmen, also zum Beispiel bei grösseren Verschiebungen der Gleispunkte A nach Figur 16, kann eine Veränderung der x-Koordinate, also des Längenmessgeräts 77, einen Fehler der gemessenen y-Koordinate hervorrufen und umgekehrt. Um diesen Nachteil zu vermeiden, ist jeweils das eine Ende aller Längenmessgeräte, nach Figur 16 der Längenmessgeräte 75, 76 und 77, nicht einfach um eine Gelenkachse drehbar angeordnet, sondern, wie in Figur 17 für das Längenmessgerät 77 veranschaulicht, längs der Kurve eines Korrektornockens 79 verschiebbar, auf welche sich dieses Ende des Längenmessgeräts abstützt. Diese Kurve ist eine Kardioide.

In der durch die Gleismesspunkte B gehenden Querschnittsebene des Balkens 4 wird wiederum dessen Biegung relativ zum Draht 7 gemessen, wobei es vorteilhaft ist, die Relativverschiebung zwischen Balken 4 und Draht 7 im gleichen relativen Koordinatensystem x_b , y_b (Figur 15) zu messen, welches vorstehend erläutert wurde. Eine zweckmässige, dazu geeignete Messanordnung im Innern des Balkens 4

ist in Figur 18 dargestellt und weist ein Messsystem 85 zur Messung der Verschiebung in y-Richtung und ein vollständig gleich aufgebautes, jedoch um 90° um die Achse des Drahtes 7 gedrehtes Messsystem 86 zur Messung der Verschiebung in x-Richtung auf. Beide Messsysteme sind orthogonal zur Richtung des Drahtes 7. Die folgende Beschreibung nimmt nur auf das Messsystem 85 Bezug, dessen Teile in Figur 18 mit Bezugszeichen versehen sind. Eine in y-Richtung orientierte gerade Führungsstange 87 ist frei in Lagern 88 gleitbar und mit an ihren Enden angebrachten Platten 89 am beweglichen Kern 90 eines Längenmessgeräts 91 befestigt, welches sich also parallel zur Führungsstange 87 erstreckt. Dieses Längenmessgerät ist von einem bekannten Typ der Art, dass kein physischer Kontakt zwischen dem Kern 90 und dem Gerätekörper stattfindet. Ein an der Führungsstange 87 befestigter Reiter 92, der sich rechtwinklig zur Führungsstange 87, also in x-Richtung, erstreckt, umgreift mit seinen beiden Armen den Draht 7. Das ganze Messsystem 85, wie auch das andere Messsystem 86, ist mittels Schrauben 93 starr am Balken 4 bzw. an der Wand eines innerhalb des Balkens befestigten Verankerungsblocks nach Art des in Figur 10 gezeigten Blockes 34 angebracht. Jede Verschiebung des Drahtes 7 parallel zur Stange 87 wird mittels des Reiters 92 auf das Längenmessgerät 91 übertragen und gemessen, während eine dazu senkrechte Verschiebung unberücksichtigt bleibt. In gleicher Weise wird mittels des Reiters des anderen Messsystems 86 jede in x-Richtung erfolgende Verschiebung des Drahtes 7 erfasst.

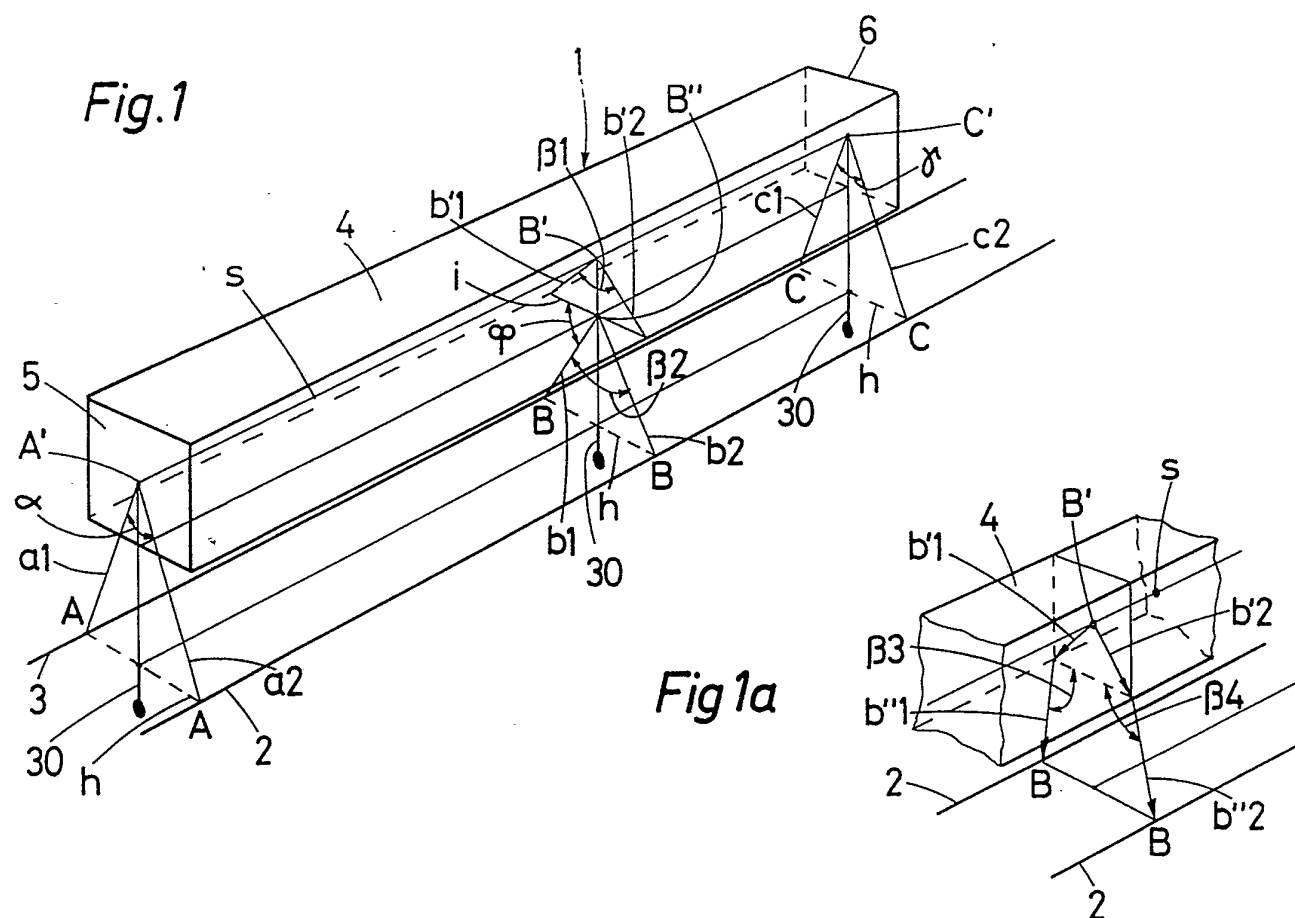
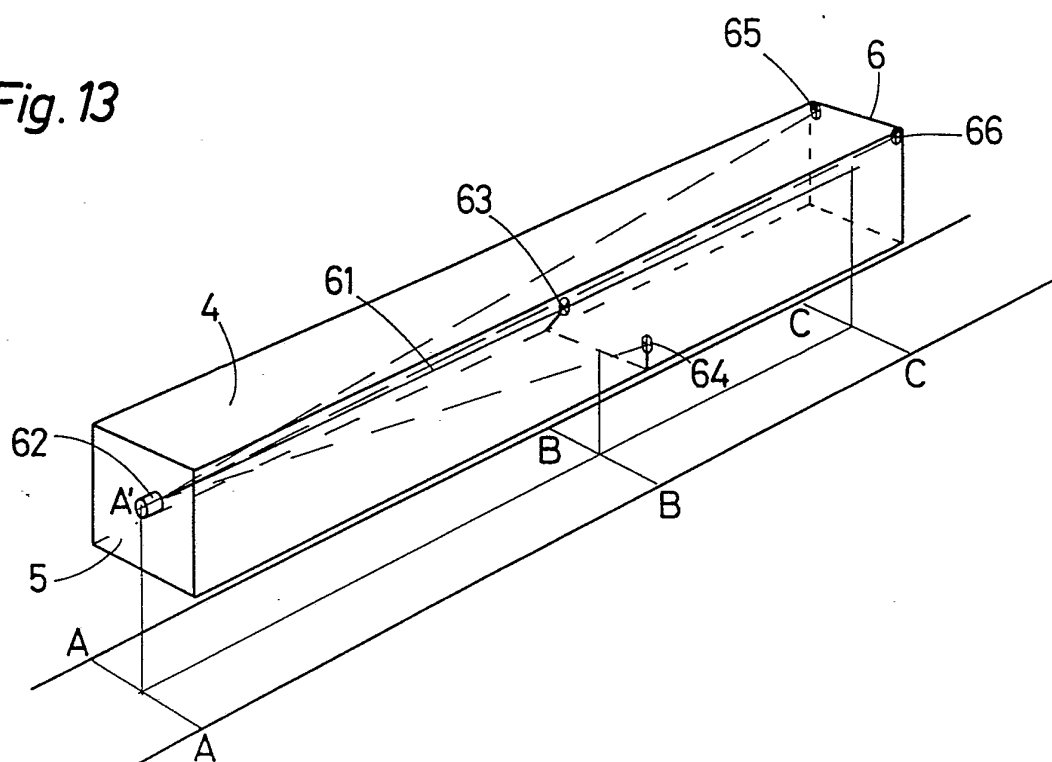
Wenn das Verfahren nach der Erfindung der Gleiskorrekturarbeiten angewendet wird und daher das Bezugselement und die Messanordnungen auf einem mit Rollenzangen zum Nivellieren und Richten des Gleises ausgerüsteten Messfahrzeug installiert sind, dann können vorteilhafterweise die Gleismesspunkte B die Angriffspunkte der Rollenzangen sein. Eine andere vorteilhafte Möglichkeit hinsichtlich der Wahl der Gleismesspunkte B bei einem Messfahrzeug das mit wenigstens einer Gleisstopfvorrichtung ausgerüstet ist, besteht darin, dass Gleismesspunkte unmittelbar vor und hinter der Gleisstopfvorrichtung, die ein oder mehrere Stopfaggregate aufweisen kann, in Form von Messrädern oder Tastern vorgesehen sind und dass die gemessenen Koordinaten der Gleismesspunkte dazu dienen, einen dazwischenliegenden mittleren Gleismesspunkt zu berechnen, welcher sich direkt an den bzw. in unmittelbarer Nähe der Stopfwerkzeuge befindet. Das ist günstig, weil die Stopfwerkzeuge selber aus praktischen Gründen nicht zum Definieren der Gleismesspunkte verwendet werden können.

In der Regel wird bei Gleiskorrekturarbeiten von den Eisenbahnverwaltungen verlangt, zwecks Kontrolle der Qualität der durchgeführten Korrekturen die eingangs erwähnten sechs Parameter zu registrieren, die bisher in getrennten Messungen und im allgemeinen auch mit besonderen Messanordnungen nach Beendigung der Korrekturarbeiten bestimmt werden mussten. Erfindungsgemäss lassen sich diese sechs Parameter mit derselben, auf dem Messfahrzeug installierten Ausrüstung, also mit demselben Bezugssystem und denselben Messanordnungen, und nach demselben Messverfahren wie die zur Korrektur erforderlichen Grössen bestimmen und direkt registrieren, wobei diese Registrierung jeweils unmittelbar nach Durchführung einer Korrekturoperation erfolgt. Dazu werden mindestens drei im jeweils korrigierten Gleisbereich hintereinanderliegende Gleisbezugspunkte benötigt, bei denen es sich um die in Figur 14 angedeuteten Bezugspunkte C, D und E handeln kann. Es ist jedoch auch möglich, dabei mit den sowieso für die Gleiskorrekturberechnung erforderlichen beiden hinteren Bezugspunkten C und D, sowie mit dem Gleismesspunkt B, nachdem dieser korrigiert wurde und bevor das

Arbeitsfahrzeug vorrückt, zu arbeiten. Auf diese Weise kann der jeweilige Gleismess- bzw. Arbeitspunkt B unmittelbar nach der Korrektur für die Messung der erwähnten, zu registrierenden Parameter dienen, so dass am Arbeitsfahrzeug hinter den Messpunkten B bzw. hinter den Werkzeugen lediglich zwei hintereinanderliegende Gleisbezugspunkte C und D erforderlich sind.

Verfahren und Vorrichtungen nach der Erfindung sind also, wie die vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispiele und Erläuterungen zeigen, sehr anpassungsfähig und erlauben in rationeller Weise, mit Hilfe eines entsprechend

programmierten Rechners, die Messung bzw. Berechnung aller erforderlichen bzw. verlangten Größen und Parameter. Dabei sind die Messanordnungen mit an sich bekannten Messgeräten herstellbar, wobei als Längenmessgeräte beispielsweise mit elektrischen linearen Potentiometern arbeitende Geräte verwendet werden können. Die Erfindung ist nicht auf die beschriebenen Ausführungsbeispiele beschränkt, sondern lässt hinsichtlich der Ausbildung und Anordnung bzw. der Realisierung der das Bezugssystem definierenden Bezugslinie und der Ausbildung der Messanordnungen manigfache Varianten zu.

**Fig. 13**

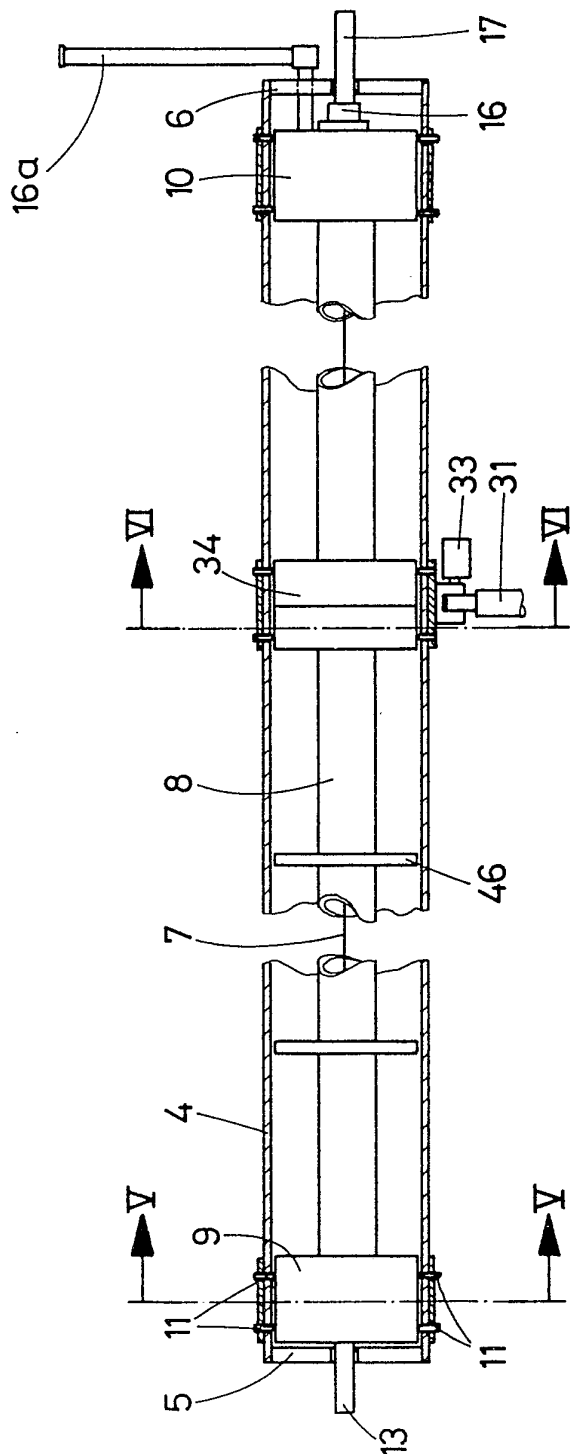


Fig. 3

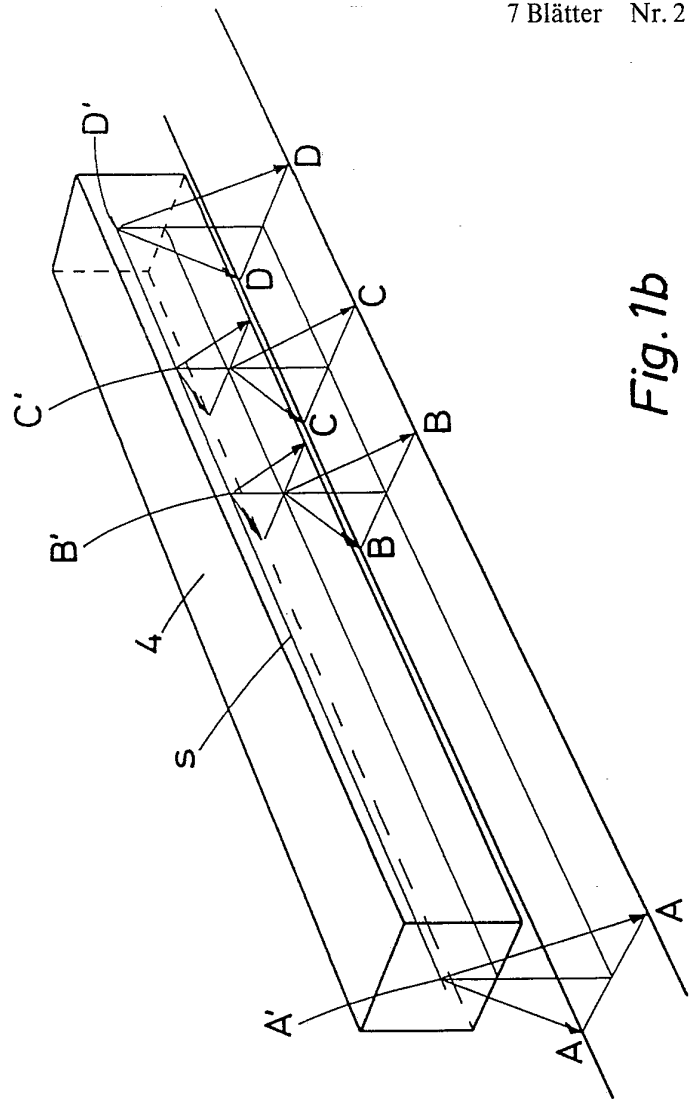


Fig. 1b

Fig.17

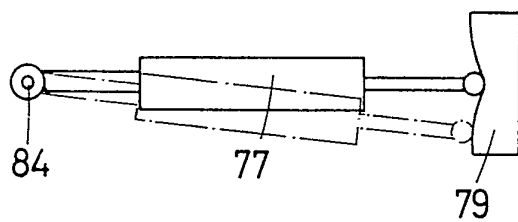


Fig.18

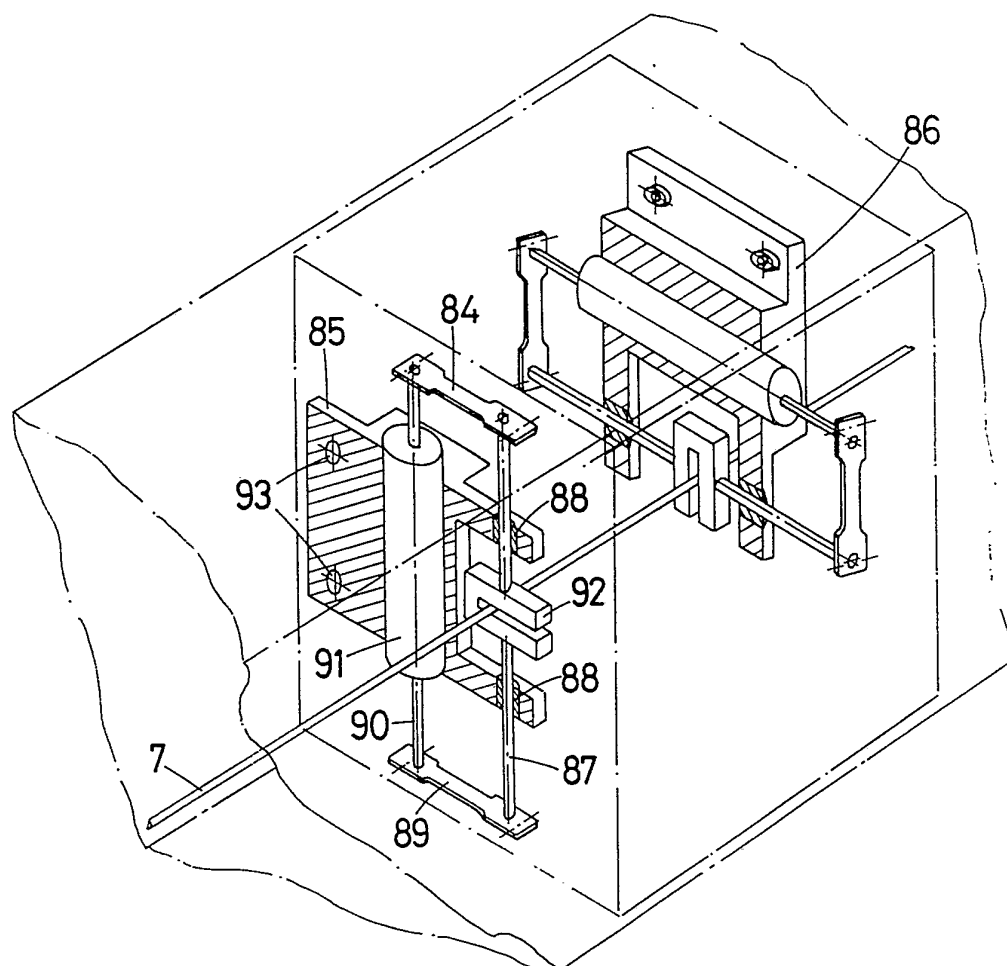


Fig. 2

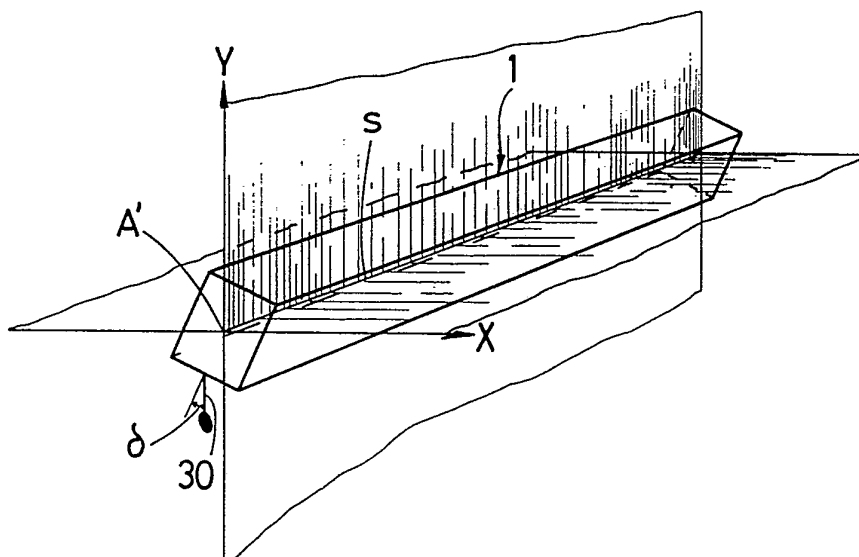


Fig. 4

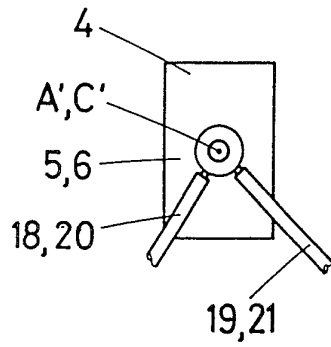


Fig. 5

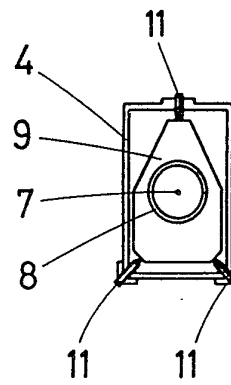


Fig. 6

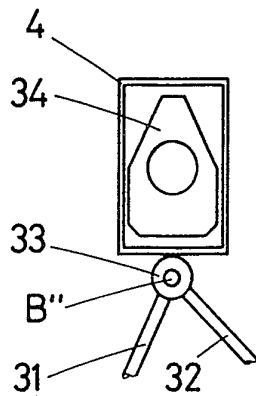


Fig. 7

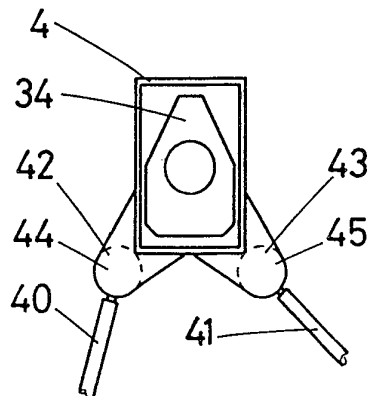


Fig. 9

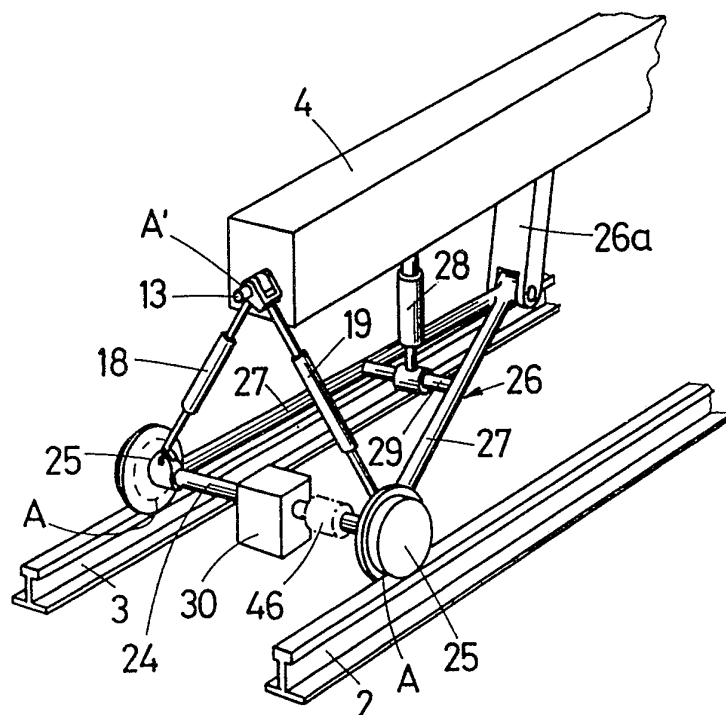


Fig. 8

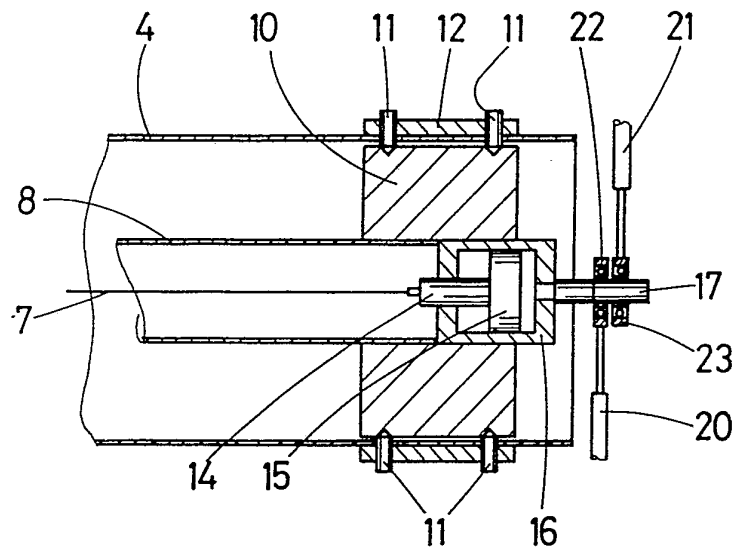


Fig. 10

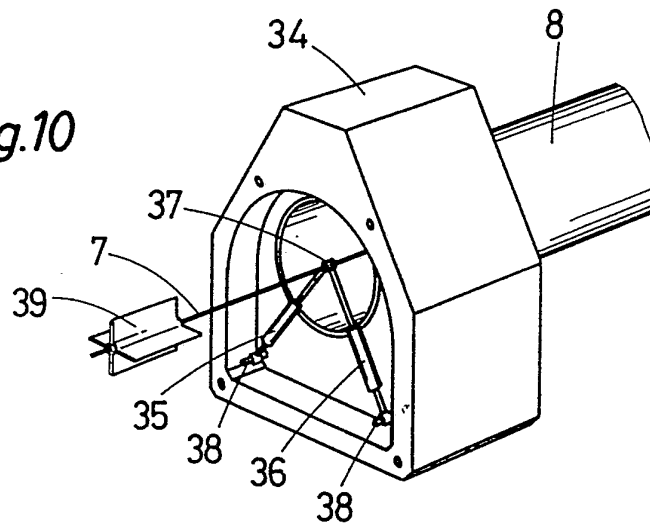


Fig. 11

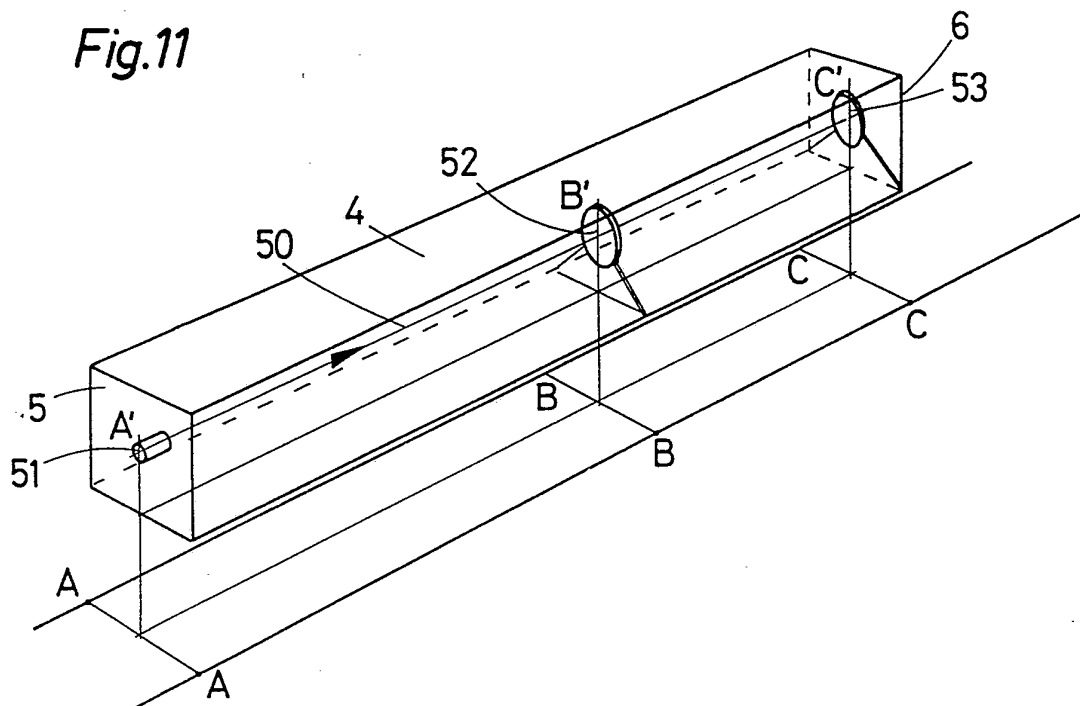


Fig. 15

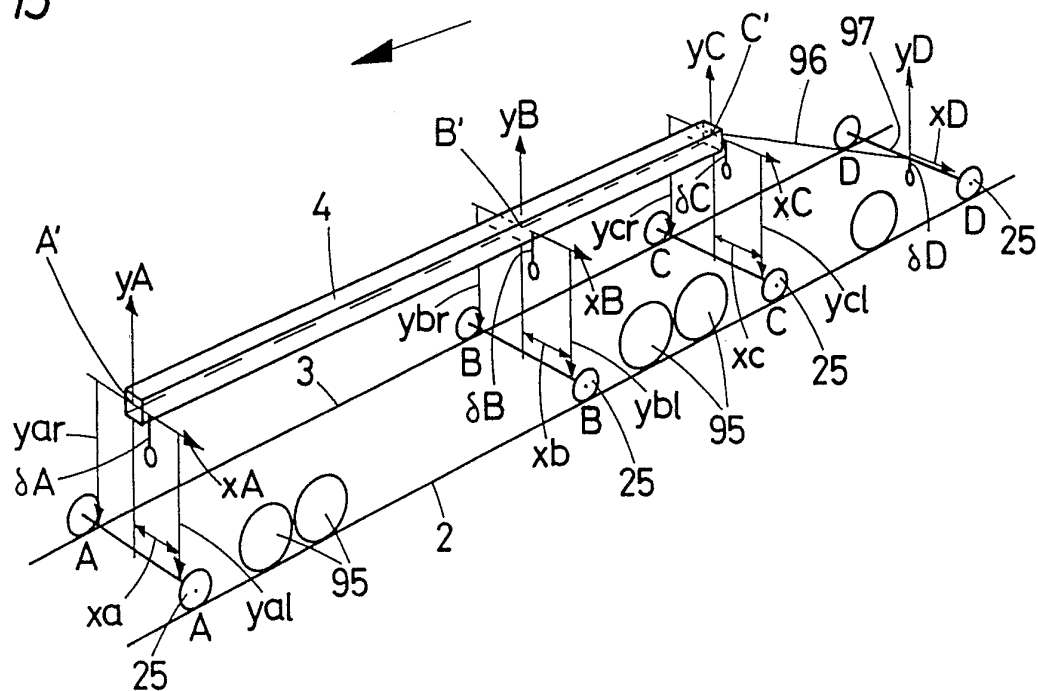
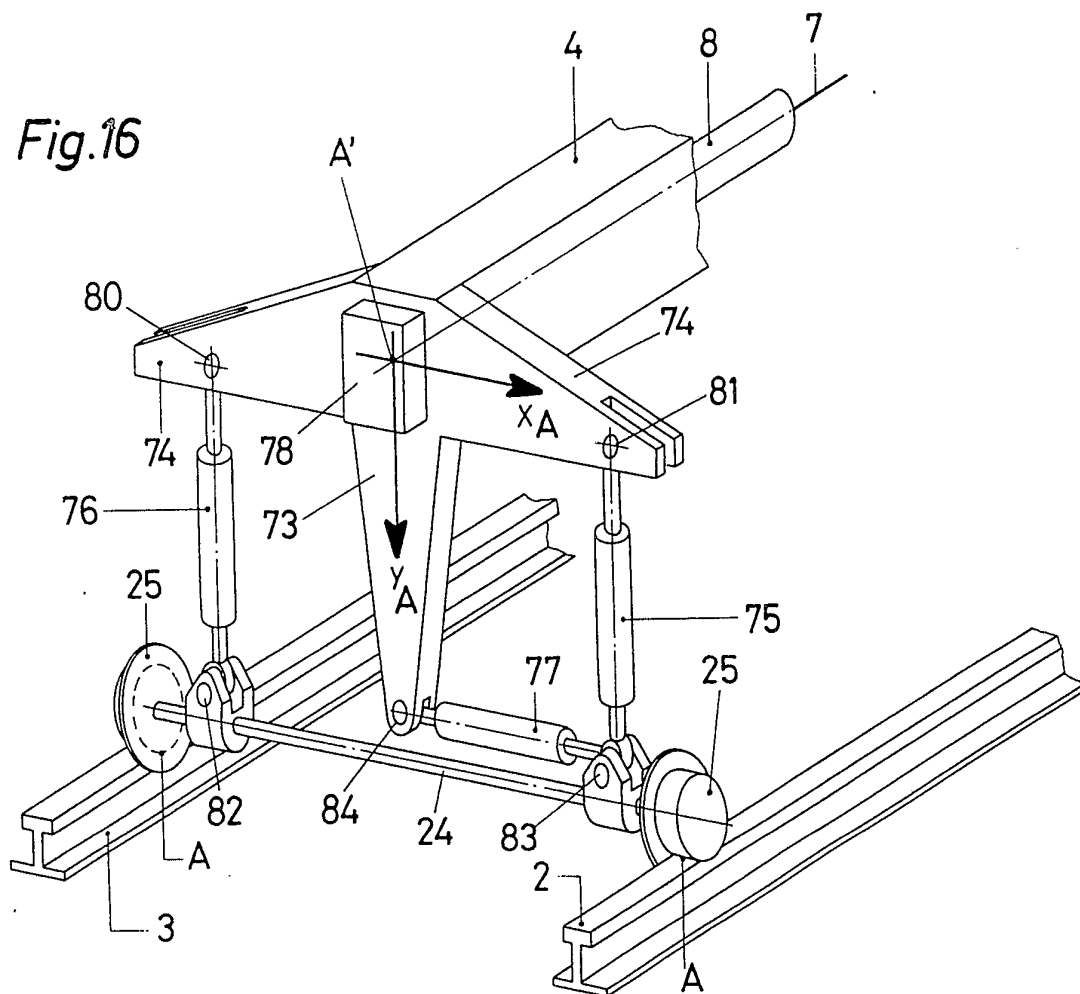


Fig. 16



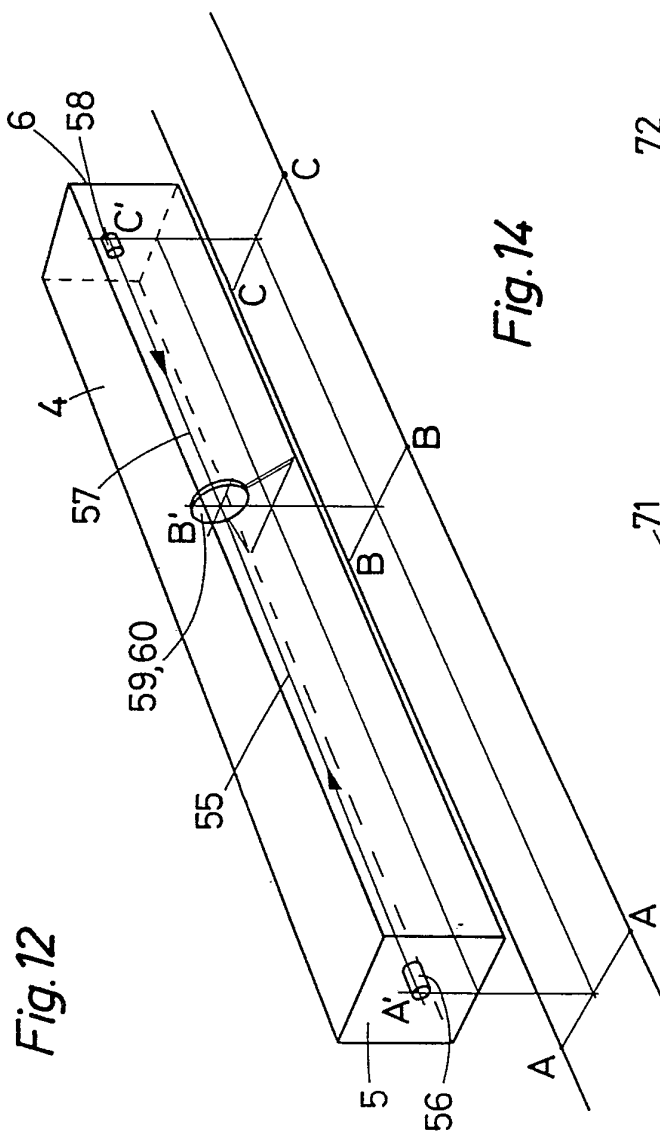


Fig. 14

