

51

Int. Cl. 2:

B 60 L 13-00

G 05 D 1-00

19 BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



Handwritten number: 1102

DT 21 27 047 C3

# Patentschrift 21 27 047

11

Aktenzeichen: P 21 27 047.3-32

21

Anmeldetag: 1. 6. 71

22

Offenlegungstag: 14. 12. 72

43

Bekanntmachungstag: 5. 12. 74

44

Ausgabetag: 17. 7. 75

45

Patentschrift stimmt mit der Auslegeschrift überein

30

Unionspriorität:

32 33 31

54

Bezeichnung: **Regelanordnung zur dynamischen Entkopplung eines schienengebundenen Fahrzeuges von seinen Schienen**

73

Patentiert für: **Messerschmitt-Bölkow-Blohm GmbH, 8000 München**

72

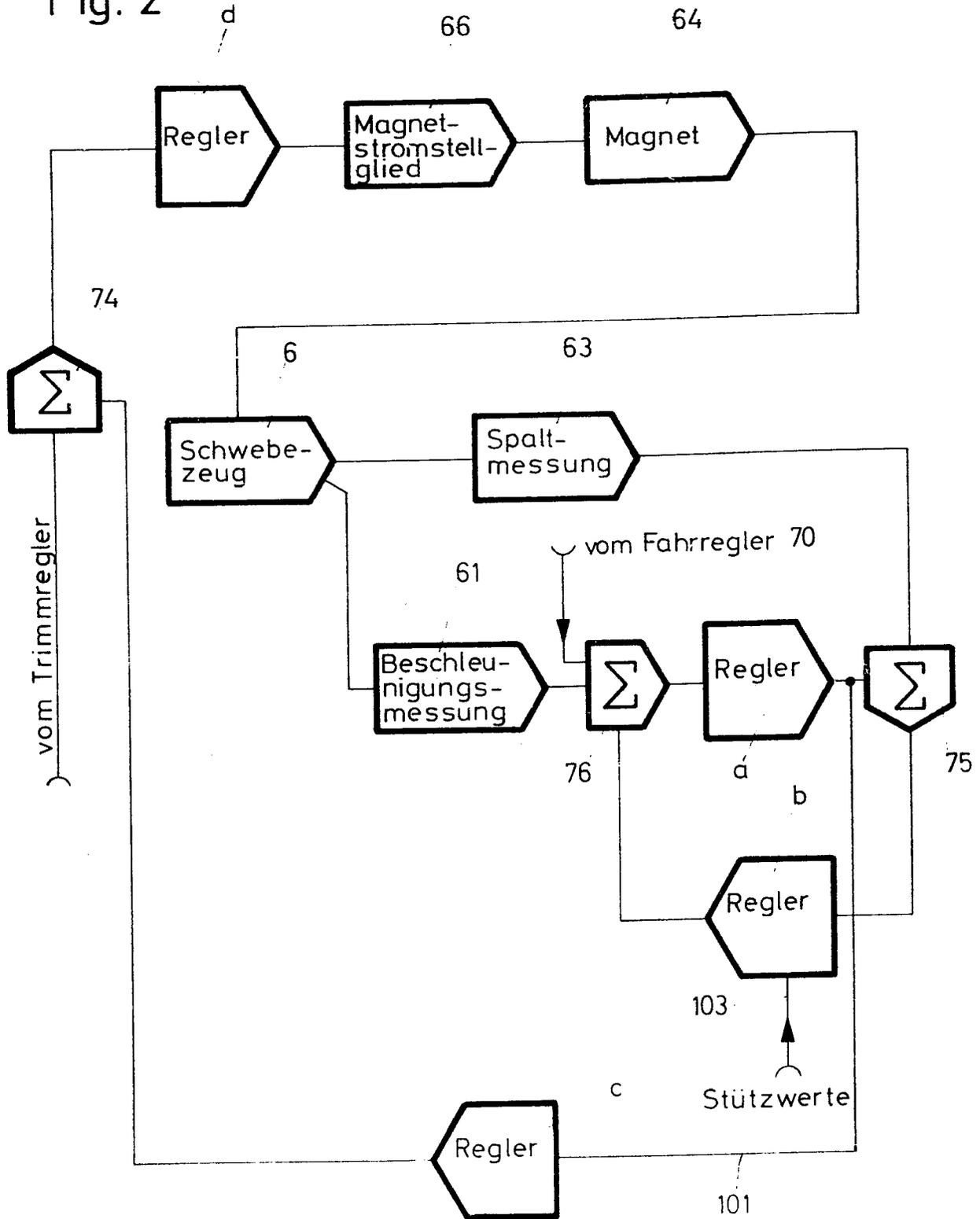
Erfinder: **Gottzein, Eveline, Dipl.-Math., 8011 Oberpframmern; Klamka, Norbert, 7201 Heufeld**

56

Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:  
Taschenbuch der Navigation, S. 145-149  
ETZ-A, 1953, S. 11-14



Fig. 2



## Patentansprüche:

1. Regelanordnung zur dynamischen Entkopplung eines schienenengebundenen Fahrzeuges von seinen Schienen, das gegenüber den Schienen mit Hilfe von Magneten in einem Abstand geführt ist, der durch die Magnete steuernde Regelkreise entsprechend einem vorgegebenen Sollwert geregelt wird, wobei den Regelkreisen als Meßwerte ein Schienenabstand zwischen den Magneten und den Schienen sowie die Beschleunigung des Fahrzeuges in Richtung der Abstandsänderungen zugeführt sind, dadurch gekennzeichnet, daß in die Abstandsregelung als mit dem Sollwert zu vergleichender Istwert ein fiktiver Leitlinienabstand verkörperndes Signal eingeführt ist, welches vom Ausgang eines Reglers (a) abgenommen ist, dessen Eingang das Beschleunigungssignal und über einen weiteren Regler (b) die Differenz aus Schienenabstandssignal und dem Signal für den Leitlinienabstand zugeführt ist.

2. Regelanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Regler (a, b) mit weiteren nachgeschalteten Reglern (c, d) einen Hauptregler (69) bilden, der Teil einer aus drei in sich geschlossenen Regelkreisen bestehenden Regelkaskade ist, deren weitere Regelkreise ein dem Hauptregler (69) übergeordneter, der Einführung weiterer Regelparameter, wie Größe des Schienenabstandes, Belastung des Fahrzeuges, äußere am Fahrzeug angreifende Kräfte, Fahrgeschwindigkeit, dienender Trimmregelkreis (67) sowie ein allen übergeordneter Fahrregelkreis (70) sind.

3. Regelanordnung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß für die Seiten- und Höhenführung des Fahrzeuges eigene Hauptregler (69) vorgesehen sind, deren Ausgangssignale über eine Kopplungsmatrix (72) zusammenfügbar sind.

4. Regelanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß dem Regler (b) von streckenseitigen Signalgebern (48) und/oder fahrzeugseitigen Speichereinrichtungen abrufbare Stützwerte zugeführbar sind.

5. Regelanordnung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Trag- und Führungsmagnete (18 bis 21) über federnde Bauteile mit dem Fahrzeug (6) verbunden sind, deren Federungscharakteristik so gewählt ist, daß sie für langwellige Störungen des Schienenabstandes einen Hochpaß darstellt.

6. Regelanordnung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die federnden Bauteile Teile von Regelkreisen sind, die mit den Hauptregelkreisen (69) vermascht sind.

Die Erfindung bezieht sich auf eine Regelanordnung zur dynamischen Entkopplung eines schienenengebundenen Fahrzeuges von seinen Schienen, das gegenüber den Schienen mit Hilfe von Magneten in einem Abstand geführt ist, der durch die Magnete steuernde Regelkreise entsprechend einem vorgegebenen Sollwert geregelt wird, wobei den Regelkreisen als Meßwerte ein Schienenabstand zwischen den Magneten und den Schienen sowie die Beschleunigung des Fahrzeuges in

Richtung der Abstandsänderungen zugeführt sind.

Bei einer solchen, aus der ETZ-A 1953, S. 11 bis 14, insbesondere S. 13, bekannten Regelanordnung soll ein beschleunigungsabhängiges Signal über einen Kondensator eingebracht werden, um damit eine elastische Bindung des Fahrzeuges an die Schienen zu erzielen.

Es ist eine bekannte Tatsache, daß das Fahrverhalten und die Fahrgeschwindigkeit von durch Formschluß zwischen Laufwerk und Schiene gehaltenen oder durch magnetische oder Luftkräfte im Abstand von Trag- und Führungsschienen geführten Fahrzeugen in hohem Maße von den Eigenschaften der Unterbau und Schiene umfassenden Trasse bestimmt wird, längs der das Fahrzeug geführt wird.

Bei einem Räderfahrzeug ist die Ebenflächigkeit der Schienen beispielsweise maßgebend für den Aufwand, der am Fahrzeug für die Radaufhängungen und die Federung notwendig ist, sowie für die am Fahrzeughauptteil auftretenden Schwingungen. Alle Unebenheiten erzwingen bekanntlich vertikale Bewegungen der Räder gegenüber dem Fahrzeughauptteil, während in gleichen Abständen verteilte Unebenheiten periodische Schwingungen anfangen.

Ferner muß der die Schienen tragende Unterbau zwar alle Kräfte, die beim Überfahren der Schiene auftreten, aufnehmen, darf aber dynamisch nicht starr sein. Eine starre Trasse würde zu unerträglichen Belastungen von Fahrzeug und Schiene sowie seinen Benutzern führen, da das Fahrzeug im wesentlichen allen Änderungen der Trasse folgt. Die Trasse ist daher elastisch ausgebildet, so daß das längs der Trasse geführte Fahrzeug sich seine Schienen zurecht drücken kann. Auf diese Weise werden der Verschleiß und die Unkosten in erträglichen Grenzen gehalten und den Fahrgästen ein gewisser Fahrkomfort zur Verfügung gestellt. Allerdings muß hierdurch eine erhebliche Beschränkung der Fahrgeschwindigkeit in Kauf genommen werden und erfordert die Trasse eine ständige Überwachung und Wartung.

Ähnliches gilt auch für dynamisch an einer Leitschiene gehaltene Fahrzeuge — sogenannte Einschienebahnen —, die bei einer Auslenkung aus der Solllage von selbst oder durch eigens geweckte Rückführkräfte in die Sollage zurückbewegt werden. Da hier die Trasse starr ausgebildet werden muß, folgt das Fahrzeug allen Unebenheiten, die dabei auftretenden Beschleunigungen begrenzen nicht nur die Fahrgeschwindigkeit solcher Fahrzeuge, sondern benötigen große Energien für ihren Auf- und Abbau. Außerdem muß ein erheblicher Aufwand an der Federung des Fahrzeughauptteiles gegenüber seinem Fahrwerk getrieben werden, um nicht die Fahrgäste unerträglich hohen Beschleunigungen auszusetzen. Ferner ist beiden Fahrzeugarten gemeinsam, daß die Führungskräfte, also die in Richtung der Radsatz eigendrehachsen ausgeübten waagerechten Querkräfte beim Anstieg der Fahrgeschwindigkeit sehr schnell ansteigen und zu einem untragbaren Verschleiß an den Spurkränzen bzw. Führungsmitteln und den Schienenköpfen führen.

Da auch bei magnetisch getragenen und geführten Fahrzeugen das Fahrzeug obzwar mit einem vorgeschriebenen Abstand, aber dennoch starr an den Schienenverlauf gebunden ist, bedeuten Abweichungen von einem idealen Schienenverlauf Änderungen der Erregerströme der Trag- und Führungsmagnete und damit Beschleunigungen und Verzögerungen des Fahrzeuges. Neben außerordentlich hohen Strömen sind Schwingungen der Regelstrecken unvermeidlich, ganz

abgesehen davon, daß ständige Beschleunigungen und Verzögerungen den Fahrkomfort ungünstig beeinflussen.

Diese Einflüsse der Trasse auf das Fahrverhalten und die Fahrgeschwindigkeit und die Energiebilanz von durch Formschluß zwischen Laufwerk und Schiene gehaltenen oder durch magnetische oder Luftkräfte im Abstand von Trag- und Führungsschiene geführten Fahrzeugen können auch durch die Regelanordnung nach der genannten Literaturstelle nicht eliminiert werden, da dort eine voneinander unabhängige Einstellung der elastischen Bindung des Fahrzeuges die Schiene einerseits und der Regelkreisdämpfung andererseits nicht möglich ist.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Regelanordnung der eingangs genannten Art für schienengebundene Fahrzeuge zu schaffen, die das Fahrzeug nicht mehr starr an den Verlauf der Schienen, sondern an eine, die unerwünschten periodischen und statistischen Trassenstörungen nicht enthaltende idealisierte Leitlinie bindet.

Diese Aufgabe ist gemäß der Erfindung dadurch gelöst, daß in die Abstandsregelung als mit dem Sollwert zu vergleichender Istwert ein fiktives Leitlinienabstand verkörperndes Signal eingeführt ist, welches vom Ausgang eines Reglers abgenommen ist, dessen Eingang das Beschleunigungssignal und über einen weiteren Regler die Differenz aus Schienenabstandssignal und dem Signal für den Leitlinienabstand zugeführt ist.

Auf diese Weise wird in Abhängigkeit der augenblicklichen Seiten- oder Höhenbeschleunigung des Fahrzeuges und des augenblicklich wahrnehmbaren Abstandes von seinen Schienen eine fiktive, unerwünschte Schienenstörungen nicht enthaltende Leitlinie gebildet, der gegenüber der dem Sollwert entsprechende Abstand des Fahrzeuges geregelt wird.

Während bei erwünschten langsamen Fahrwegänderungen infolge Kurven- und Steigfahrten die Luftspaltbreite, also der Abstand zwischen Magnet und Schiene, weitgehend erhalten bleiben, werden unerwünschte kurze Fahrwegstörungen durch entgegengesetzt gleiche Luftspaltänderungen aufgefangen, was einer dynamischen Entkopplung von Schiene und Fahrzeug entspricht.

Unabhängig von Störkräften und Trassenunregelmäßigkeiten treten infolge der jeweils gebildeten fiktiven Leitlinien nur geringe Beschleunigungsspitzen am Fahrzeug auf.

Die genannten Regler können dabei mit weiteren, nachgeschalteten Reglern einen Hauptregler bilden, der Teil einer aus drei in sich geschlossenen Regelkreisen bestehenden Regelkaskade ist, deren weitere Regelkreise ein dem Hauptregler übergeordneter, der Einführung weiterer Regelparameter, wie Größe des Schienenabstandes, Beladung des Fahrzeuges, äußere am Fahrzeug angreifende Kräfte und Fahrgeschwindigkeit dienender Trimmregelkreis sowie ein allen übergeordneter Fahrregelkreis sind.

Da als weitere Regelparameter beispielsweise Beschleunigungen, Verzögerungen, Kurven, Steigungen, Gefälle od. ä. enthaltende Fahrprogramme, Streckensignale oder Signale einer sogenannten Streckenidentifizierung dienen, die von auf der Strecke installierten Meßwertgebern abgegeben und in Speichereinheiten des die Strecke benutzenden Fahrzeuges eingeführt werden, die auch von einem Meßzug, der die Strecke zu vorgegebenen Zeiten inspiziert, ermittelt und in die in der Trasse installierten Meßwertgeber eingespeist

werden können, lassen sich auch Versetzungen in der Schienenführung erfassen, die ein rechtzeitiges Verstellen der Trag- und Führungsmagnete im Fahrzeug erfordern, damit der vorgeschriebene Schienenabstand nicht überschritten wird.

Die Änderungen des Spaltabstandes zwischen Trag- und Führungsmagneten und ihren zugeordneten Trag- und Führungsschienen bleiben also auch bei der Einleitung von Kurven- und Steigfahrten klein. Da keine großen Schwankungen auftreten, bleiben die für die Regelung der die Trag- und Führungsmagnete erregenden Ströme benötigten Spannungsüberhöhungen klein.

Ist das Fahrzeug ein Magnetschwebfahrzeug, so sind für die Seiten- und Höhenführung des Fahrzeuges eigene Hauptregler vorgesehen, deren Ausgangssignale über eine Kopplungsmatrix zusammenfügbar sind.

Auf diese Weise werden für die Höhen- und Seitenbewegung des Fahrzeuges getrennte fiktive Leitlinien erzeugt und für die Regelung des Fahrzeugschwerpunktes über die Kopplungsmatrix zu einer resultierenden Leitlinie zusammengeführt, längs deren der Schwerpunkt des Fahrzeuges geführt ist.

Dem die Differenz aus Schienenabstandssignal und dem Signal für den Leitlinienabstand verarbeitenden Regler können von streckenseitigen Signalgebern und/oder fahrzeugseitigen Speichereinrichtungen abrufbare Stützwerte zuführbar sein.

Wenn die Trag- und Führungsmagnete über federnde Bauteile mit dem Fahrzeug verbunden sind, ist es zweckmäßig, deren Federungscharakteristik so zu wählen, daß sie für langwellige Störungen einen Hochpaß darstellt.

Damit werden langwellige, mit großer Amplitude auftretende Schienenstörungen über die Federcharakteristik, kurzweilige, mit kleiner Amplitude auftretende Schienenstörungen über die Magnetregelkreise der Trag- und Führungssysteme ausgeregelt. Dies hat den Vorteil, daß die in dem vorgegebenen Frequenzband der Regelsysteme auftretenden Störungen bezüglich ihrer Frequenzen getrennt verarbeitet werden können, und zwar werden schnelle Störvorgänge durch die Hauptregelkreise ausgeregelt, während langsame Störungen über die Federung, die aktiv oder passiv ausgelegt sein kann, abgefangen werden.

In der nachfolgenden Beschreibung ist in Verbindung mit der schematischen Zeichnung ein Ausführungsbeispiel der Erfindung erläutert. Im einzelnen zeigen

Fig. 1a und 1b ein Blockschaltbild eines Regelungssystems zum magnetischen Tragen und Führen von Fahrzeugen.

Fig. 2 ein Flußdiagramm der vermaschten Regelkreise zum Tragen und Führen eines Schwebfahrzeuges und

Fig. 3 eine Vorderansicht eines Fahrzeuges mit Darstellung der räumlichen Anordnung einiger für die Regelanordnung benötigten Bauteile.

Ein in Fig. 3 schematisch dargestelltes Fahrzeug 6, das mit Hilfe eines in den Fig. 1a und 1b dargestellten Regelsystems längs einer in Fig. 3 ebenfalls schematisch dargestellten Trasse 7 geführt ist, besteht aus einem Fahrzeugkasten 10 und aus einem Fahrgestell 11. Die Verbindung zwischen Fahrzeugkasten und Fahrgestell kann starr oder federnd ausgebildet sein.

Das Fahrgestell besteht im wesentlichen aus zwei torsionsstarrten Körpern 14 und 15, die durch nicht dargestellte Querträger miteinander fest verbunden sind. In den Körpern 14 und 15 sind die im einzelnen nicht dargestellten Baugruppen des in Fig. 1 dargestellten

Regelsystems untergebracht. Ferner tragen die torsionsstarrten Körper an ihren Außenseiten Winkelschienen 16 und 17, an denen Trag- und Führungsmagnete 18 und 19 bzw. 20 und 21 befestigt sind.

An den Winkelschienen 16 und 17 sind ferner Schienenabstandsmesser 24 und 25 bzw. 26 und 27 angeordnet, deren Aufgabe es ist, den Luftspalt zwischen den Trag- und Führungsmagneten und den Trag- und Führungsschienen 28 und 29 bzw. 30 und 31 festzustellen. Ferner sind in Fig. 3 nicht dargestellte, vorzugsweise nahe am Schwerpunkt *S* des Fahrzeuges angeordnete Beschleunigungsmesser vorgesehen, die in den Fig. 1a, 1b und 2 mit 61 bezeichnet sind.

Die Trag- und Führungsschienen sind über Tragbügel 32 und 33 mit Schwellen 36 der Trasse 7 starr verbunden. Im Ruhezustand liegt das Fahrzeug mittels Schleifklötzen 8 und 9 auf den Trag- und Führungsschienen auf. Auf den Schwellen sind ferner Stromleitungsschienen 38 und 39 isoliert befestigt, von denen über Stromabnehmer 40 und 41 elektrische Energie, beispielsweise in Form von Drehstrom, dem Regelsystem und dem noch zu beschreibenden Antriebssystem zugeführt wird.

Das Antriebssystem besteht aus einem lediglich schematisch dargestellten doppelseitigen Asynchron-Linearmotor 42, in dessen Luftspalt 43 eine Reaktionsschiene 45 ragt, die ebenfalls auf den Schwellen 36 befestigt ist. Die Trasse trägt ferner Signalgeber 48, die mit Abtasteinrichtungen 49 des Fahrgestells 11 zusammenarbeiten, um durch streckenseitige Signale Einfluß auf die fahrzeugseitige Regelanordnung nehmen zu können.

Das in den Fig. 1a und 1b dargestellte Regelsystem zum Tragen und Führen des Fahrzeuges weist die das Fahrzeug 6 und die Schiene 50 umfassende Regelstrecke auf. Als Meßwertgeber sind Beschleunigungsmesser 61 und Schienenabstandsmesser 63 für die Schiene, die die Schienenabstandsmesser 24 bis 27 umfassen, vorgesehen. Als Stellglieder dienen Trage- und Führungsmagnete 64a bis 64n, die den Trage- und Führungsmagneten 18 bis 21 in Fig. 3 entsprechen, und denen Magnetstromstellglieder 66a bis 66n zugeordnet sind. Die eigentlichen Regler des Trag- und Führungssystems bestehen aus einem adaptiven Trimmregler 67 für die Einführung eines Sollwertes für den Leitlinienabstand in Anpassung an variierende Fahrzeugparameter wie Fahrzeugbelastung, am Schwebezeug angreifende äußere Kräfte und Fahrgeschwindigkeit, dem in Fig. 2 im einzelnen dargestellten Hauptregler 69 und dem übergeordneten Fahrregler 70, dem als Sollwerte Fahrprogrammssignale, Streckensignale und Streckenidentifizierungssignale eingespeist werden.

Wie sich aus den Fig. 1a und 1b ergibt, besteht also das Regelungssystem aus drei in sich geschlossenen Regelkreisen, nämlich aus einem inneren Regelkreis, bestehend aus dem Hauptregler 69, einer die Signale von Trag- und Führungsregelkreisen zusammenfassenden Kopplungsmatrix 72, den Magnetstromstellgliedern 66, den Trag- und Führungsmagneten 64 und den Meßwertgebern 61 und 63; einem Trimmregelkreis, bestehend aus dem adaptiven Trimmregler 67, dem der noch zu beschreibende Hauptregler untergeordnet ist, sowie dem übergeordneten Fahrregelkreis 70, über den das Fahrzeug betrieben, also auch der Linearmotor gesteuert wird.

Um das Grundprinzip der erfindungsgemäßen Regelanordnung besonders herauszustellen, ist in Fig. 2 ein Hauptregelkreis 69 am Beispiel der Regelung eines einzigen Magneten dargestellt, der entweder

Trag- oder Führungsmagnet ist.

Jede Regelanordnung enthält jeweils zwei Reglerpaare, die mit *a* und *b* bzw. mit *d* und *c* bezeichnet sind. Als Meßwertgeberpaar sind vorgesehen ein Beschleunigungsmesser 61 und ein Schienenabstandsmesser 63. Der Regelstrecke, nämlich dem Fahrzeug 6, ist ein durch ein Magnetstromstellglied 66 in seiner Erregung steuerbarer Trag- oder Führungsmagnet 64 zugeordnet. In einem Summierglied 74 wird das den Regler *c* verlassende Signal mit dem aus einem Trimmregler 67 kommenden Sollwertsignal verglichen. Ein Summierglied 75 dient der Differenzbildung aus dem Schienenabstandssignal und dem den Regler *a* verlassenden Signal. In einem Summierglied 76 wird das den Regler *b* verlassende Signal mit dem Beschleunigungsmessersignal verknüpft.

Das Reglerpaar *a* und *b* hat die Aufgabe, aus den Meßwerten von Beschleunigungs- und Schienenabstandsmesser einen Leitlinienabstand zu bilden, der zwar im zeitlichen Mittelwert dem gemessenen Schienenabstand entspricht, jedoch dessen kurzweilige Änderungen nicht enthält, so daß das Fahrzeug statt an der Schiene an einer dieser angenäherten, jedoch gleichmäßigeren Leitlinie geführt ist. Das Reglerpaar *c* und *d* hat die Aufgabe, unter Wahrung der Stabilität des Regelvorganges den Leitlinienabstand entsprechend dem vom Trimmregler vorgegebenen Sollwert einzuregeln.

Die Wirkungsweise der beschriebenen Regelanordnung ist folgende: Nach dem Einschalten des Systems wird der Trag- oder Führungsmagnet 64 eingeschaltet und das Fahrzeug 6 mit den Schleifklötzen 8 und 9 von den Schienen 28/30, 29/31 abgehoben. Dabei spricht der Beschleunigungsmesser 61 an und meldet seinen Wert dem Regler *a*. Hier wird aus dem Beschleunigungsmessersignal, beispielsweise durch zweifache Integration, ein Signal gebildet. Dieses an sich von der Schienenabstandsmessung unabhängige Signal der zweifach integrierten Beschleunigung wird dadurch zu einem Leitlinienabstandssignal, daß im Summierglied 76 ein Signal addiert wird, das aus dem Vergleich aus dem Leitlinienabstands-Signal und dem vom Schienenabstandsmesser 63 gelieferten Schienenabstands-Signal (Summierglied 75) gebildet und über den Regler *b* eingespeist ist. Das den Leitlinienabstand verkörpernde Ausgangssignal wird über eine Leitungsverbindung 101 dem Regler *c* zugeführt, der beispielsweise als elektrisches Netzwerk ausgebildet ist und das zugeführte Signal weiter aufbereitet. Das Ausgangssignal des Reglers *c* wird über das Summierglied 74 dem Regler *d* zugeleitet, der unter Berücksichtigung des dem Summierglied 74 zugeführten, vom Trimmregler kommandierten Sollwertes für den mittleren Schienenabstand das dem Magnetstromstellglied 66 zuzuführende eigentliche Stellsignal erzeugt.

Da das Fahrzeug nach Höhe und Seite zu führen ist sind mindestens zwei solcher Leitlinien in der beschriebenen Weise zu bilden. Die von den entsprechenden Hauptreglerausgängen abgegebenen Stellbefehle werden über die Kopplungsmatrix 72 gemäß Fig. 1a auf die Magnetstromstellglieder übertragen.

Über eine Leitung 103 können dem Regler *b* zusätzliche Stützwerte eingeführt werden, die über die Abtasteinrichtung 49 von den Signalgebern 48 der Trasse abgenommen werden. Selbstverständlich können auch in Langzeitspeichern innerhalb des Fahrzeuges abtastbare gespeicherte Stützwerte über die Leitung 103 der Regler *b* zugeführt werden.

An Stelle von exakt oder annähernd exakt integrierenden Bauteilen können selbstverständlich auch digitale Filter (Estimation-Filter) zum Bestimmen der vorgenannten Zustandsvariablen eingesetzt werden.

Die beschriebenen Regelkreise, insbesondere die Regler 67 und 70, können digitale Recheneinheiten als Steuergeräte aufweisen, die sowohl von den genannten Speichern als auch von den Meßwertgebern gespeist sind.

Sind das Fahrgestell 11 oder die Trag- und Führungsmagnete 18 bis 21 federnd mit dem Kasten 10 des Fahrzeuges 6 verbunden, so ist die Federungscharakteristik so zu wählen, daß sie für langwellige Störungen der Regelkreise einen Hochpaß darstellen. Die nicht dargestellten Federbauteile können passiv oder aktiv ausgebildet sein, in jedem Falle sind sie als Teile eines weiteren Regelkreises auszubilden, der mit den beschriebenen Hauptregelkreisen vermascht ist.

Hierzu 4 Blatt Zeichnungen

*d*

Nummer: 2 127 047  
 Int. Cl.: B 60 1, 13/00  
 Deutsche Kl.: 20 1, 30/06  
 Auslegungstag: 5. Dezember 19

Fig. 1a

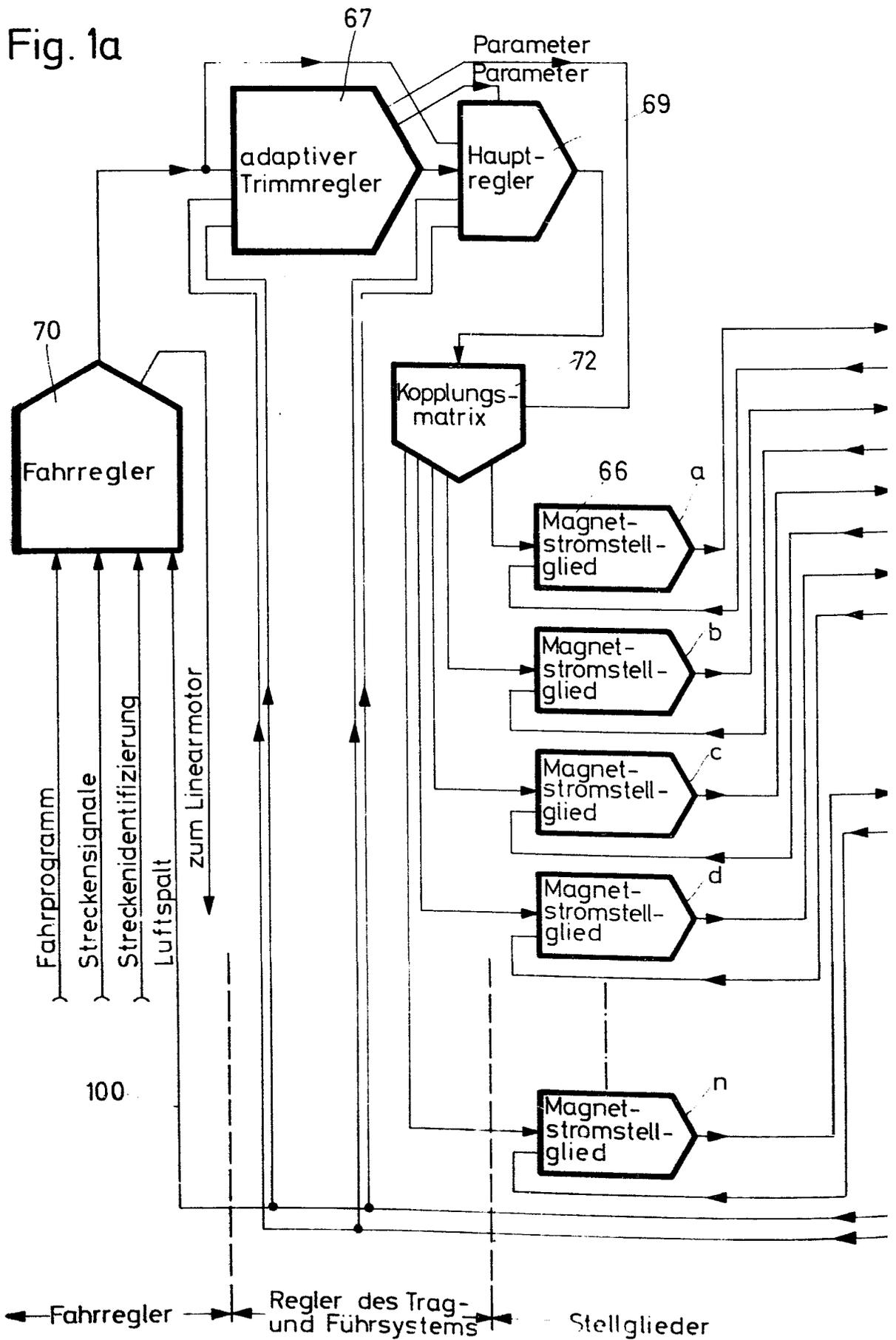
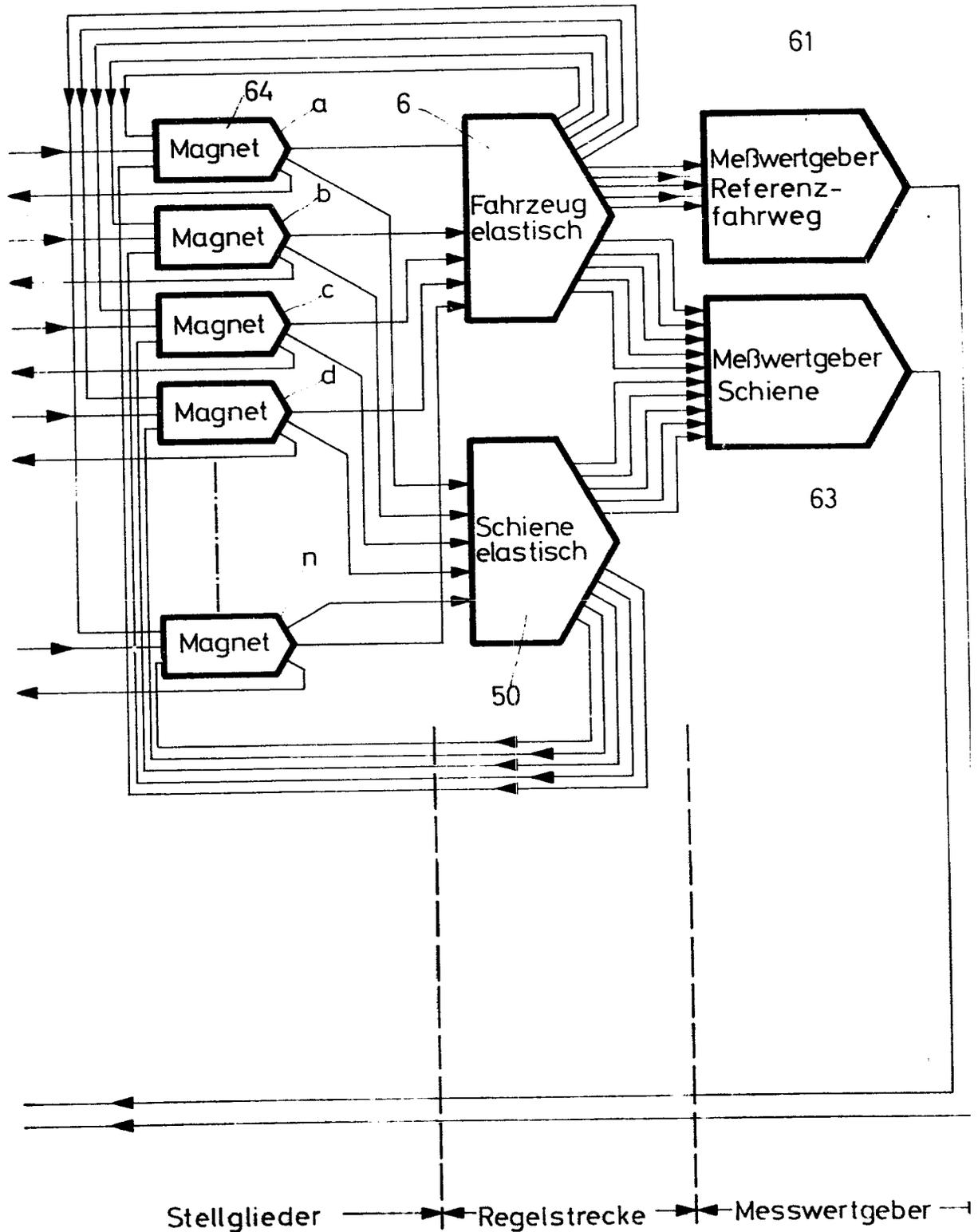


Fig. 1b



S

Fig. 3

