

(12) **Patentschrift**

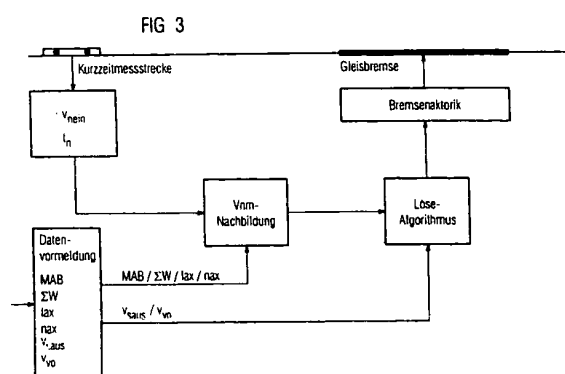
(21) Anmeldenummer: A 11/2003 (51) Int. Cl.⁸: **B61K 7/12** (2006.01)
B61J 3/02 (2006.01)
(22) Anmeldetag: 2003-01-07
(43) Veröffentlicht am: 2008-06-15

(30) Priorität:
07.01.2002 DE 10200710 beansprucht.
(56) Entgegenhaltungen:
DE 19736709C1 AT 304630B

(73) Patentanmelder:
SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT
D-80333 MÜNCHEN (DE)
(72) Erfinder:
PLEWNIA GÜNTHER
CREMLINGEN-WEDDEL (DE)
TALKE WOLFGANG
BLANKENBURG (DE)

(54) **VERFAHREN UND ANORDNUNG ZUR STEUERUNG VON GLEISBREMSEN**

(57) Verfahren zur Steuerung von Gleisbremsen in Eisenbahnrangieranlagen unter Verwendung einer Kurzzeitmessstrecke in Abfahrtrichtung vor der Gleisbremse, mit der Werte für die Überrollgeschwindigkeit und den Zeitpunkt jeder Achsüberrollung einer ablaufenden Abteilung ermittelt werden, wobei Werte für die Gesamtmasse, die Summe der Fahrwiderstände der Abteilung und der Bremsarbeit der Gleisbremse bekannt sind und eine Sollauslaufgeschwindigkeit vorgegeben wurde, wobei abschnittsweise eine virtuelle Istgeschwindigkeit der Abteilung unter Berücksichtigung der Gesamtmasse des Ablaufes, der Summe der Fahrwiderstände und der Bremsarbeit im aktuellen Rasterabschnitt bestimmt wird, die jeweils auf die aktuell gemessene Istgeschwindigkeit korrigiert wird, wenn die Doppelkontakte von einer Achse der Abteilung überfahren werden, und die als Eingangsgröße für ein mit einem an sich bekannten Lösealgorithmus arbeitendes Bremssteuergerät dient.



Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Anordnung zur Steuerung von Gleisbremsen in Eisenbahnrangieranlagen gemäß den Oberbegriffen der Ansprüche 1 und 10.

In automatisch arbeitenden Rangieranlagen werden zulaufende Güterzüge entschlaucht und entkuppelt und einzelne Wagen oder Wagengruppen, sogenannte Abteilungen oder Abläufe, nach ihrem jeweiligen Bestimmungsbahnhof neu zusammengestellt. Dazu bedient man sich einer Rangierlok, mit der die Abteilungen über einen Ablaufberg abgedrückt werden und die dann über Trennweichen in verschiedene Richtungsgleise entsprechend ihrem Bestimmungsbahnhof einlaufen.

Am Anfang der Richtungsgleise sind Gleisbremsen (Richtungsgleisbremsen) und in deren Folge weitere kleine Gleisbremsen (Gefälleausgleichsbremsen = GAB) installiert, die alle, je nach vorgegebenem Laufziel die Abläufe auf eine Auslaufgeschwindigkeit von unter 1,5 m/s bremsen sollen, um die vorgegebene maximale Auflaufgeschwindigkeit von 1,5 m/s sicher zu unterschreiten. Die Auslaufgeschwindigkeit soll möglichst für alle Abteilungen unabhängig vom Wagentyp, vom Achsgewicht, von der Einlaufgeschwindigkeit und von den äußeren, z. B. klimatischen Bedingungen realisiert werden. Liegt die Auslaufgeschwindigkeit deutlich über 1,5 m/s, so könnte es beim Auflaufen auf stehende Abteilungen zu Beschädigungen des Ladegutes oder/und der Wagen kommen. Läge sie wesentlich darunter, so könnten nachfolgende, schnellere Abläufe auflaufen. Daraus resultierende vorzeitige Stillstände der Wagen sind wegen des dann erforderlichen Räum- und Beidrückaufwandes ebenfalls nicht erwünscht.

Die Gleisbremsen müssen deshalb so gesteuert werden, dass die Abteilungen möglichst genau die vorgegebene Auslaufgeschwindigkeit einhalten. Im allgemeinen wird hierzu die Geschwindigkeit eines Ablaufes mittels einer Radarmesseinrichtung ständig verfolgt. Bei einer Geschwindigkeit, die sich aus der Sollauslaufgeschwindigkeit und einem gewissen Vorhalt ergibt, wird die Bremse gelöst. Der Vorhalt berücksichtigt z. B. die spezifische Reaktionszeit der Bremse bei der mittleren Verzögerung eines Ablaufs.

Mit der DE 29 10 511 A1 ist eine Einrichtung bekannt geworden, mit der die Genauigkeit der Bestimmung der Lösezeitpunkte weiter erhöht werden soll, indem eine vorausberechnete Sollwertkurve für den Geschwindigkeitsverlauf während des Bremsens vorgegeben wird, mit der die jeweils gemessene Istgeschwindigkeit verglichen wird. In Abhängigkeit vom Ausgang des Soll-Ist-Vergleiches wird die aktuelle Bremskraft der Bremse modifiziert. Die Sollwertkurve wird aus einer vorgegebenen Sollbremsverzögerung unter Berücksichtigung der Anzahl der Achsen eines Ablaufes bestimmt, die sich im Bereich der Bremse befinden und die zur Gesamtzahl eines Ablaufs ins Verhältnis gesetzt werden.

Das Verfahren setzt die fortlaufende und genaue Kenntnis der Istgeschwindigkeit voraus, die nur mittels Radarmessung ermittelt werden kann. Für Richtungsgleise, die in einer Rangieranlage in beträchtlicher Anzahl vorliegen, bedeutet das einen erheblichen Aufwand.

Nach der DE 195 31 019 A1 ist ein Verfahren bekannt, das auch bei Ausfall oder Fehlmessungen einer Radarmessanlage die Berechnung der Lösezeit einer Gleisbremse auf der Grundlage einer Geschwindigkeitsmessung über Doppelkontakte erlauben soll. Die Doppelkontakte sind vor und hinter einer Gleisbremse angeordnet. Für die Berechnung der Lösezeit wird von einer konstanten Bremsverzögerung, das heißt einer konstant fallenden Geschwindigkeit während des Bremsens ausgegangen, wobei der (negative) Anstiegswinkel der Geschwindigkeit nach jedem Überfahren eines Doppelkontaktes durch eine weitere Achse mit Hilfe des so gewonnenen aktuellen Geschwindigkeitswertes korrigiert wird. Sofern die Sollauslaufgeschwindigkeit bei einer Achsüberrollung nicht bereits erreicht wurde, wird somit der während des letzten Messintervalls bestimmte Verzögerungswert für die Berechnung des Lösezeitpunktes verwendet.

Die Methode kann, zumindest als Verwendung in einer Rückfallebenen für eine Radarmesseinrichtung, Radarsensorik ersetzen, ist aber nur bei Gleisbremsen mit geringer Bremslänge hin-

reichend genau. Bei Gleisbremsen mit größerer Länge kann sich die Verzögerung nach der Messung der letzten Achse beträchtlich ändern, was dann zu einer falschen Lösezeitberechnung führt.

- 5 Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, ein Verfahren und eine Anordnung zur Steuerung von Gleisbremsen gattungsgemäßer Art dahingehend zu verbessern, dass die Auslaufgeschwindigkeit beliebiger Abläufe mit genügender Genauigkeit eingehalten werden kann, wobei auf eine einfache Sensorik zur Geschwindigkeitsmessung eines Ablaufes zurückgegriffen werden soll.

10

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe gelöst durch die kennzeichnenden Merkmale der Ansprüche 1 und 10. Zweckmäßige Ausgestaltungen sind Gegenstand der Unteransprüche. Danach wird rasterabschnittsweise eine virtuelle Istgeschwindigkeit der Abteilung unter Berücksichtigung der Gesamtmasse des Ablaufes, der Summe der Fahrwiderstände und der Bremsarbeit
15 im aktuellen Rasterabschnitt bestimmt, die jeweils auf die aktuell gemessene Istgeschwindigkeit korrigiert wird, wenn die Doppelkontakte von einer Achse der Abteilung überfahren werden, und die als Eingangsgröße für ein mit einem an sich bekannten Lösealgorithmus arbeitendes Bremssteuergerät dient.

20

Das Raster kann ein Wegeraster mit konstanten Wegabschnitten sein, das von der Abteilung überfahren wird, so dass sich von der Geschwindigkeit der Abteilung abhängige Zeitpunkte für die Berechnung ergeben, oder ein Zeitraster mit konstanten Zeittakten.

25

Mit anderen Worten wird der Geschwindigkeitsverlauf eines Ablaufes bis zum Lösezeitpunkt der Gleisbremse prognostiziert, indem zu jedem Beginn eines weg- oder zeitabhängigen Rasterabschnittes ein Wert für die aktuelle Geschwindigkeit bereitgestellt wird (Funktion $v(t)$ bzw. $v(s)$),
der, solange Achsen den Messpunkt Doppelkontakt überfahren, zu den Überrollzeitpunkten auf den tatsächlich gemessenen Wert gesetzt wird, und der anschließend rasterabschnittsweise
weiterberechnet wird.

30

Zur Berechnung der Geschwindigkeit in einem Rasterabschnitt muss bekannt sein, wo sich die einzelnen Achsen der Abteilung aktuell befinden, um die in diesem Abschnitt wirksame Bremsarbeit bzw. Bremsverzögerung berücksichtigen zu können, die von der Anzahl der Achsen abhängig ist, die sich im Bereich der Gleisbremse befinden. Auf der Grundlage der gemessenen bzw. virtuellen Istgeschwindigkeit wird deshalb der Weg jeder einzelnen Achse im Raster
35 verfolgt.

40

Voraussetzung ist das Vorhandensein einer Kurzzeitmessstrecke in Ablafrichtung vor der Gleisbremse, mit der der Überrollzeitpunkt und die Geschwindigkeit der Abteilung zum Überrollzeitpunkt bereitgestellt werden, zweckmäßig ein Doppelkontakt, sowie das Bekanntsein mindestens der Gesamtmasse der Abteilung sowie der Summe der Fahrwiderstände, die z.B. aus einem übergeordneten Rechnersystem synchron zur ersten Achsüberrollung, gegebenenfalls auch zu jeder weiteren Achsüberrollung, bereitgestellt werden können, und das Bekanntsein der Daten der Gleisbremse, mit denen sich bei Kenntnis der Gesamtmasse der Abteilung eine
45 Bremsverzögerung (Bremsarbeit) des Ablaufs bestimmen lässt. Die nach der Bremsung zu erreichende Auslaufgeschwindigkeit wird vorgegeben.

50

Die Kurzzeitmessstrecke muss hinreichend genaue Werte für Geschwindigkeit und Überrollzeitpunkt liefern. Die praktischen Anforderungen für die Genauigkeit liegen bei max. $\pm 1\%$ des gemessenen Geschwindigkeitswertes und bei max. ± 5 ms des gemessenen Zeitpunktes.

55

Zwischen Kurzzeitmessstrecke und Gleisbremse wird eine Vorlauflänge belassen, die bei Vorgabe einer maximalen Steuergeschwindigkeit im Richtungsgleis von ca. 3,5 m/s alle Reaktionszeiten von Steuerung und Gleisbremse berücksichtigt (Synchronisation von Achse/Ablauf und Ablaufdaten, Identifikation des Ablaufs, Berechnung der Sollauslaufgeschwindigkeit, Datenüber-

tragungszeit, Reaktionszeit der Aktorik der Gleisbremse). Die Vorlauflänge ist auch an die Bedingung gebunden, dass sich die Gleisbremse im Zustand „Frei“ immer in Bremsbereitschaft befindet.

- 5 Der Freimeldeabschnitt reicht in Ablauffrichtung vom Doppelkontakt bis zum Ende des Wirkbereiches der Gleisbremse. Der Abschnitt ist frei, wenn sich keine Achse im Freimeldeabschnitt befindet und die letzte Achse eines Ablaufs das Ende der Gleisbremse überrollt hat.

- 10 Der von der ersten Achse erzeugte Besetztzustand der Gleisbremse wird nach der virtuellen Weiterleitung der letzten Achse des Ablaufs über das Bremsenende hinaus wieder aufgehoben, wenn nicht die erste Achse eines nächsten Ablaufs in den Freimeldeabschnitt eingelaufen ist.

- 15 Erreicht die virtuelle Istgeschwindigkeit den vorbestimmten Wert der Auslaufgeschwindigkeit plus einem Vorhaltewert, so erfolgt das Lösen der Gleisbremse. Es wird also zweckmäßig nach der bekannten Methode „Bremsen zum frühest möglichen Zeitpunkt“ gearbeitet.

- 20 Eine grundsätzliche Möglichkeit zur Verbesserung der Prognose des weiteren Geschwindigkeitsverlaufs nach den einzelnen Geschwindigkeitsmessungen besteht darin, die angenommene Bremskraft als wichtige Einflussgröße auf die Verzögerung adaptiv nachzuführen, dass heißt wenn die bei der nächsten Kontaktbefahrung gemessene Geschwindigkeit kleiner als die bis dahin gemessene Geschwindigkeit ist, kann die Bremskraft angemessen erhöht werden und entsprechend umgekehrt. Die hierfür maßgebenden Adaptionkoeffizienten sind empirisch zu ermitteln. Hierbei kann auch ein Vergleich des Energieniveaus des Ablaufs vorgenommen werden.

- 25 Alternativ dazu kann die Berücksichtigung einer Korrektur der Bremskraft bzw. Verzögerung auch nur bei der Berechnung der virtuellen Istgeschwindigkeit erfolgen, so dass der Fehler zu der realen Istgeschwindigkeit verringert und damit auch die Berechnung für den Bereich verbessert wird, in dem keine Messung mehr erfolgt, da alle Achsen die Kurzzeitmessstrecke bereits überfahren haben.

- 30 Können Daten, z.B. für die Masse der Abteilung, nicht bereitgestellt werden, so kann in diesem Fall auch mit bereitgestellten Ersatzwerten gerechnet werden. Es hat sich gezeigt, dass auch in solchen Fällen eine genügend genaue Berechnung der Istgeschwindigkeit möglich ist, zumal durch eine Korrektur bei den nachlaufenden Achsen eine Anpassung an reale Werte erfolgen kann.

- 40 Neben dem bekannten „Bremsen zum frühest möglichen Zeitpunkt“ kann auch eine Sollwertkurve für den Bremsverlauf nach dem Muster der DE 29 10 511 A1 vorgegeben werden, die dann aber statt mit einem realen mit dem virtuellen Istwert verglichen wird, wobei für die Berechnung des Istwertes dann die jeweils aktuelle Bremskraftstufe verarbeitet werden muss, die sich aus dem Soll-Ist-Vergleich ergeben hat.

- 45 Die Erfindung hat den Vorteil, dass eine Gleisbremssteuerung mit ähnlicher Präzision wie bei Verwendung einer Radarmesseinrichtung ermöglicht wird, der Messaufwand jedoch drastisch verringert wird. Sie kann insbesondere vorteilhaft angewendet werden bei Gleisbremsen einer Länge von mehr als 10 m, das heißt, wenn mehrere einzelne kurze Gleisbremsen an einer Schiene hintereinander angeordnet sind.

- 50 Die Erfindung wird leichter verständlich anhand der in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiele. In den Zeichnungen zeigen:

- Fig. 1 die Berechnung der virtuellen Istgeschwindigkeit in einem Wegeraster,
Fig. 2 die Berechnung der virtuellen Istgeschwindigkeit in einem Zeitraster,
55 Fig. 3 ein Blockschaltbild der Bremskraftsteuerung,

Fig. 4 ein Blockschaltbild einer Bremskraftsteuerung mit Beeinflussung des Berechnungsalgorithmus,

Fig. 5 ein Blockschaltbild einer Bremskraftsteuerung mit einem zusätzlichen Bremskraftregelkreis und

5 Fig. 6 ein Blockschaltbild einer Bremskraftsteuerung mit den gemeinsamen Maßnahmen aus den Lösungen gemäß den Fig. 4 und 5.

10 Fig. 1 zeigt den Geschwindigkeitsverlauf v eines Ablaufes entlang einer Wegstrecke s , die zwischen zwei Messpunkten eines Doppelkontaktes beginnt. Die Lage einer Gleisbremse ist in der Wegstrecke s gekennzeichnet.

15 Mit dem Doppelkontakt wird der Zeitpunkt t_n jeder Überrollung durch eine Achse n sowie die Geschwindigkeit v_{nein} des Ablaufs zu diesem Zeitpunkt t_n bereitgestellt. Durch ein übergeordnetes Rechnersystem sind außerdem Ablaufdaten des aktuellen Ablaufes bekannt, so die Anzahl der Wagen, deren Masse, gegebenenfalls deren Achsabstände, und die Summe der Fahrwiderstände. Eine Sollauslaufgeschwindigkeit v_{saus} zuzüglich einer Vorlaufgeschwindigkeit v_{vo} , mit der die Trägheit der Gleisbremse Berücksichtigung findet, wird für den jeweiligen Ablauf vorgegeben.

20 Die virtuelle Istgeschwindigkeit v_{nm} des Ablaufs ist nunmehr so zu berechnen, dass sie möglichst genau mit der realen Istgeschwindigkeit übereinstimmt, wobei n für die Zahl der erfolgten Achsüberrollungen und m für die Anzahl der Berechnungen bis zur nächsten Achsüberrollung bzw. bis zum Erreichen des Lösezeitpunktes steht. Die Berechnung erfolgt immer dann, wenn die erste Achse einen Rasterabschnitt s_r auf der Wegstrecke s oder wenn eine folgende Achse den
25 Doppelkontakt überfährt. Die Achsen sind durch Punkte gekennzeichnet. Die Rasterabschnitte s_r können willkürlich gewählt werden und betragen beispielsweise 0,6 m, was etwa dem Schwellenabstand entspricht.

30 Überrollt die erste Achse eines Ablaufes den Doppelkontakt zum Zeitpunkt t_1 (zweckmäßig wird gesetzt $t_1 = 0$), so wird die Einlaufgeschwindigkeit $v_{1\text{ein}}$ gemessen und der erste Wert der virtuellen Geschwindigkeit v_{10} auf diesen Wert gesetzt. Mit diesem Geschwindigkeitswert ergibt sich die prognostizierte Rasterzeit T_{nm} für das Durchfahren des ersten Rasterabschnitts s_r zu

35
$$T_{10} = \frac{s_r}{v_{10}}$$

40 nach deren Ablauf die Berechnung der virtuellen Istgeschwindigkeit v_{12} für den zweiten Rasterabschnitt erfolgen soll. Am Beginn jeder Überfahung eines Rasterabschnitts s_r wird deshalb ein Timer auf der Basis der gerade ermittelten Rasterzeit T_{nm} aufgezogen. Am Beginn des zweiten Rasterabschnitts s_r erfolgt die Berechnung der Geschwindigkeit v_{11} nach der in Fig. 1 angegebenen Gleichung, wobei

45 g' der Wert für eine reduzierte Erdbeschleunigung,
 W die Summe der Fahrwiderstände,
 E_B die Bremsarbeit und
 MAB die Gesamtmasse des Ablaufes

bedeutet.

50 Da sich im ersten Rasterabschnitt s_r noch keine Achse im Bereich der Gleisbremse befand, ist für diesen Rasterabschnitt $E_B = 0$ anzusetzen, so dass nur eine Verzögerung durch die Fahrwiderstände W berücksichtigt wird.

Analog erfolgt die Berechnung für den dritten und vierten Rasterabschnitt s_r .

55

Während des Passierens des vierten Rasterabschnittes s_r , erfolgt die Überrollung des Doppelkontaktes durch die zweite Achse zum Zeitpunkt t_2 . Dieser aktuelle Zustand ist in Fig. 1 angedeutet. Zum Zeitpunkt t_2 erfolgt die Korrektur des berechneten Geschwindigkeitswertes durch die real gemessene Geschwindigkeit $v_{2\text{ein}} = v_{20}$, was in der gezeichneten Kurve des Verlaufs der virtuellen Istgeschwindigkeit v_{nm} durch einen Sprung nach oben deutlich wird. Damit ist die zweite Achse im Raster synchronisiert.

Für die restliche Zeit T_{20} bis zum Erreichen des fünften Rasterabschnitts durch die erste Achse ist von einem Teilrasterabschnitt Δs_r auszugehen, so dass

$$T_{20} = \frac{\Delta s_r}{v_{20}}$$

wird.

Der Teilrasterabschnitt Δs_r wird durch die Beziehung

$$\Delta s_r = m \cdot s_r - l_{ax1}$$

bestimmt, wobei m die Anzahl der berechneten Rasterabschnitte s_r seit der letzten Achsüberrollung und l_{ax1} der Achsabstand von erster und zweiter Achse ist. Im vorliegenden Beispiel ist demgemäss $m = 4$.

Der Teilrasterabschnitt Δs_r kann auch bestimmt werden durch die Beziehung

$$\Delta s_r = \left(\text{int} \left(\frac{l_{ax1}}{s_r} \right) + 1 \right) s_r - l_{ax1}$$

Der Klammerausdruck ist gleichbedeutend mit der Zahl m .

Ist der Achsabstand l_{ax1} nicht bekannt, kann er auch berechnet werden nach der Beziehung

$$l_{ax1} = (m - 1)s_r + \left(t_2 - \sum_0^{m-2} T_{1m} \right) v_{1m}$$

unter der vereinfachenden Annahme einer stetig fallenden Geschwindigkeit im vierten Rasterabschnitt.

Weiter vereinfachend kann angenommen werden, dass

$$l_{ax1} = t_2 \cdot \frac{\sum_0^m v_{1m}}{m}$$

ist.

Die weiteren Achsabstände lassen sich in analoger Weise berechnen. Die Berechnung sollte, wie gesagt, nur dann erfolgen, wenn die Achsabstände nicht bekannt sind, da mit dieser Berechnung der Achsabstände ein Fehler in der Bestimmung der virtuellen Istgeschwindigkeit entsteht, der bei kurzen Bremsenlängen tolerabel, bei größeren Bremsenlängen aber zu möglicherweise nicht vertretbaren Fehlern der Istauslaufgeschwindigkeit führt.

Es empfiehlt sich, einen gewissen Fehler in der Wegverfolgung in Kauf zu nehmen, wenn die Rasterteilabschnitte Δs_r , für die verbleibende Rasterzeit T_{nm} und die Geschwindigkeit v_{nm} berechnet werden müsste, klein gegenüber dem Rastermaß sind, also z.B. wenn

$$\Delta s_r < 0,2 s_r$$

ist.

Für den sechsten Rasterabschnitt s_r (v_{22}) erfolgt erstmalig die Berücksichtigung der Bremsarbeit E_B , da die erste Achse im fünften Rasterabschnitt s_r gebremst wurde.

In analoger Weise erfolgt die Berechnung der Istgeschwindigkeit v_{nm} für die folgenden Rasterabschnitte s_r , wobei für einige Rasterabschnitte s_r zu berücksichtigen ist, dass sich beide Achsen im Bereich der Gleisbremsen befinden. In Rasterabschnitten s_r mit ausgeschalteter (leerlaufender Bremse) ist ein Wert E_{B0} einzusetzen. Vereinfachend kann auch für diesen Fall $E_{B0} = 0$ angenommen werden.

Erreicht die Istgeschwindigkeit v_{nm} , die vorgesehene Sollauslaufgeschwindigkeit v_{saus} zuzüglich eines Vorhaltewertes v_{vo} , so wird die Gleisbremse gelöst.

Fig. 2 zeigt ein Beispiel für einen berechneten, virtuellen Geschwindigkeitsverlauf in einem Zeitraster im Vergleich mit einem realen Geschwindigkeitsverlauf.

Die Geschwindigkeitsberechnung wird für jeden Ablauf bei Überrollung der Doppelkontakte durch die erste Achse gestartet. Die weitere Berechnung erfolgt zeitzyklisch in Zeitschritten von $\Delta t = 50$ ms.

Die Berechnung der Istgeschwindigkeit erfolgt nach der Beziehung

$$v_{nm} = v_{nm-1} + a_{m-1} \cdot \Delta t$$

wobei

v_{nm} die virtuelle Istgeschwindigkeit der Achse n im Zeitraster m ,
 v_{nm-1} die virtuelle Istgeschwindigkeit des Ablaufs im gerade abgelaufenen Zeitabschnitt,
 a_{m-1} die Gesamtverzögerung des Zulaufs im gerade abgelaufenen Zeitabschnitt ist, die sich zusammensetzt aus

$$a_{m-1} = a_{Abi} + a_{Ri} + n_{wi} \cdot a_{GAB}$$

wobei

a_{Abi} die Verzögerung infolge Laufwiderstand des Ablaufs,
 a_{Ri} die Verzögerung/Beschleunigung infolge Neigung und Widerstand des Richtungsgleises im Bereich der Gleisbremse,
 n_{wi} die Anzahl der Achsen im wirksamen Bereich der Gleisbremse und
 a_{GAB} die Verzögerung o infolge Bremswirkung einer im wirksamen Bremsbereich befindlichen Achse ist.

Die Berechnung der Verzögerungen erfolgt nach bekannten Beziehungen mit Daten für die Masse des Ablaufs, für die Fahrwiderstände, die Anzahl der Achsen und die Bremskraft der Gleisbremse.

Mit jeder Achsüberrollung wird der Wert der Istgeschwindigkeit v_{nm} wiederum auf den gemessenen Wert gesetzt.

Um die Gesamtverzögerung berechnen zu können, muss bekannt sein, wie viel Achsen sich im wirksamen Bereich der Gleisbremse befinden. Hierzu muss der Weg der Achsen verfolgt werden, was nach der Beziehung

$$s_{nm} = s_{nm-1} + v_{nm} \Delta t + \frac{1}{2} a_{m-1} \Delta t^2$$

möglich ist.

Wird der zurückgelegte Weg s_{nm} einer Achse größer als der Weg bis zum Bremsenende, wird die Wegverfolgung der Achse n beendet.

5

Die Anzahl der gebremsten Achsen ist gleich der Summe der Achsen n , für die gilt

$$S_{nm} > L_K$$

10

(L_K gleich Abstand vom Doppelkontakt zur Gleisbremse).

15

In Fig. 2 ist ein Beispiel mit einem Bremsvorgang für vier Achsen gezeigt, die durch Punkte gekennzeichnet sind. Gezeigt ist die Überrollung der vierten Achse, bei der die virtuelle Istgeschwindigkeit letztmalig auf den gemessenen Wert gesetzt wurde. Die obere Kurve zeigt den berechneten Istgeschwindigkeitsverlauf, während die mittlere Kurve den real gemessenen Verlauf wiedergibt.

20

Im berechneten Verlauf erreicht der Ablauf eine Sollauslaufgeschwindigkeit von 1,5 m/s, während die reale Auslaufgeschwindigkeit ca. 1,35 m/s beträgt, mithin ein Wert, der sich innerhalb einer akzeptablen Toleranz befindet. Die untere Kurve zeigt zum Vergleich einen Verlauf, der sich ergibt, wenn die Gleisbremse nicht gelöst würde.

25

Fig. 3 zeigt ein Blockschaltbild der Gleisbremsensteuerung. Von dem Doppelkontakt werden die Werte für die Achsüberrollung (t_n) und die aktuelle Geschwindigkeit des Ablaufes v_{nein} an einen Prozessor gemeldet, der die Berechnung der virtuellen Istgeschwindigkeit v_{nm} durchführt. Dieser bekommt außerdem über eine Datenvormeldung Daten des jeweiligen Ablaufes vorgemeldet (Massen, Summe der Fahrwiderstände, Achsabstände, Anzahl der Achsen). Die berechnete Istgeschwindigkeit v_{nm} wird an die Steuerung der Gleisbremse übergeben, die außerdem einen Wert für die Sollauslaufgeschwindigkeit v_{saus} und einen Vorhaltewert v_{vo} vorgegeben bekommt. Bei Erreichen der Sollauslaufgeschwindigkeit v_{saus} zuzüglich dem Vorhaltewert v_{vo} gibt die Steuerung einen Lösebefehl an die Bremsenaktorik der Gleisbremse.

30

35

Fig. 4 zeigt die Möglichkeit, den Berechnungsalgorithmus beeinflussen zu können, indem bei Überrollung nachfolgender Achsen ein Vergleich zwischen realer, also gemessener Istgeschwindigkeit v_{nein} und virtueller Istgeschwindigkeit v_{nm} durchgeführt wird und danach der Wert für die Bremsarbeit E_B korrigiert wird.

40

In Fig. 5 ist ein Blockschaltbild einer Lösung dargestellt, bei der der Bremskraftsteuerung ein Bremskraftregelkreis überlagert ist, wobei der berechnete Istwert v_{nm} wie ein realer Istwert verwendet wird.

45

Fig. 6 zeigt ein Blockschaltbild einer Lösung, bei der beide zusätzlichen Maßnahmen aus den Lösungen gemäß Fig. 4 und Fig. 5 verwertet wurden.

In praktischen Versuchen hat sich gezeigt, dass der Fehler der erreichten Auslaufgeschwindigkeiten sich in tolerierbaren Grenzen bewegt.

Patentansprüche:

50

1. Verfahren zur Steuerung von Gleisbremsen in Eisenbahnrangieranlagen unter Verwendung einer Kurzzeitmessstrecke in Ablafrichtung vor der Gleisbremse, mit der Werte für die Überrollgeschwindigkeit und den Zeitpunkt jeder Achsüberrollung einer ablaufenden Abteilung ermittelt werden, wobei Werte für die Gesamtmasse, die Summe der Fahrwiderstände der Abteilung und der Bremsarbeit der Gleisbremse bekannt sind und eine Sollaus-

55

laufgeschwindigkeit vorgegeben wurde, *dadurch gekennzeichnet*, dass rasterabschnitts-
weise eine virtuelle Istgeschwindigkeit der Abteilung unter Berücksichtigung der Gesamt-
masse des Ablaufes, der Summe der Fahrwiderstände und der Bremsarbeit im aktuellen
Rasterabschnitt bestimmt wird, die jeweils auf die aktuell gemessene Istgeschwindigkeit
korrigiert wird, wenn die Doppelkontakte von einer Achse der Abteilung überfahren werden,
und die als Eingangsgröße für ein mit einem an sich bekannten Lösealgorithmus arbeiten-
des Bremssteuergerät dient.

2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
die virtuelle Istgeschwindigkeit zyklisch in einem Wegraster bestimmt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet, dass
die virtuelle Istgeschwindigkeit nach der Beziehung

$$v_{nm} = \sqrt{v_{nm-1}^2 - 2g's_r \sum W \cdot 10^3 + \frac{2E_B}{MAB}}$$

ermittelt wird, wobei

$v_{nein} = v_{n0}$ die gemessene Geschwindigkeit eines Ablaufes bei einer Achsüberrollung,
 v_{nm} die virtuelle Istgeschwindigkeit des Ablaufes, wobei n für die Zahl der erfolgten Achs-
überrollungen und m für die Anzahl der Berechnungen bis zur nächsten Achsüberrollung
bzw. bis zum Erreichen des Lösezeitpunktes steht,
 s_r die Länge eines Rasterabschnittes,
 g' die reduzierte Erdbeschleunigung,
 W die Summe aller Fahrwiderstände,
 E_B die Bremsarbeit der Gleisbremse,
 MAB die Gesamtmasse eines Ablaufes
ist und sich die Zykluszeit T_n für die Berechnung aus der Beziehung $T_n = s_r/v_{nm}$ ergibt.

4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3,
dadurch gekennzeichnet, dass
die virtuelle Istgeschwindigkeit nach einem Überfahren der Doppelkontakte durch eine
nachfolgende Achse und dementsprechender Korrektur der virtuellen Istgeschwindigkeit
durch die aktuell gemessene Istgeschwindigkeit beim Erreichen des nächsten Rasterab-
schnittes nur dann berechnet wird, wenn der ab dem Korrekturzeitpunkt zurückgelegte
Weg Δs_r der Abteilung größer als ein vorgegebener Wert Δs_{min} ist, und zwar nach der Be-
ziehung,

$$v_{nm} = \sqrt{v_{nm-1}^2 - \frac{\Delta s_r}{s_r} \left(2g's_r \sum W \cdot 10^3 + \frac{2E_B}{MAB} \right)}$$

wobei sich die Zykluszeit T_n für die Berechnung nach der Beziehung

$$T_n = \Delta s_r/v_{nm}$$

ergibt.

5. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
die virtuelle Istgeschwindigkeit zeitzyklisch in einem Zeitraster ermittelt wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet,
dass die virtuelle Istgeschwindigkeit nach der Beziehung

$$v_{nm} = v_{nm-1} + a_{m-1} \cdot \Delta t$$

ermittelt wird, wobei

v_{nm} die virtuelle Istgeschwindigkeit des nächsten zu berechnenden Rasterzeitabschnittes,

v_{nm-1} die virtuelle Istgeschwindigkeit des vorherigen Zeitabschnitts,

a_{m-1} die berechnete Gesamtverzögerung eines Ablaufs im vorherigen Rasterabschnittes und

Δt das Rasterzeitintervall ist.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, *dadurch gekennzeichnet*, dass nach jedem Überfahren des Doppelkontaktes durch eine Achse ein Vergleich zwischen der gemessenen und der virtuellen Istgeschwindigkeit durchgeführt wird, und in Abhängigkeit von der Höhe der Abweichung der in der Berechnung verwendete Wert für die Bremsarbeit oder Bremsverzögerung korrigiert wird.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, *dadurch gekennzeichnet*, dass nach jedem Überfahren des Doppelkontaktes durch eine Achse ein Vergleich zwischen der gemessenen und der virtuellen Istgeschwindigkeit durchgeführt wird, und in Abhängigkeit von der Höhe der Abweichung die Bremskraft der Gleisbremse nachgestellt wird.
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, *dadurch gekennzeichnet*, dass mit bereitgestellten Ersatzwerten gerechnet wird, wenn Daten für die Gesamtmasse des Ablaufes, die Summe der Fahrwiderstände und die Bremsarbeit im aktuellen Rasterabschnitt jeweils nicht verfügbar sind.
10. Anordnung zur Steuerung von Gleisbremsen mit einem Prozessor, der derart eingerichtet ist, dass er im Zusammenhang mit einer Steuerung von Gleisbremsen in Eisenbahnrangieranlagen unter Verwendung einer Kurzzeitmessstrecke in Ablaufrichtung vor der Gleisbremse, mit der Werte für die Überrollgeschwindigkeit und den Zeitpunkt jeder Achsüberrollung einer ablaufenden Abteilung ermittelt werden, wobei Werte für die Gesamtmasse, die Summe der Fahrwiderstände der Abteilung und der Bremsarbeit der Gleisbremse bekannt sind und eine Sollauslaufgeschwindigkeit vorgegeben wurde, geeignet ist, *dadurch gekennzeichnet*, dass der Prozessor weiterhin dazu eingerichtet ist, rasterabschnittsweise eine virtuelle Istgeschwindigkeit der Abteilung unter Berücksichtigung der Gesamtmasse des Ablaufes, der Summe der Fahrwiderstände und der Bremsarbeit im aktuellen Rasterabschnitt zu bestimmen, die solange jeweils auf die aktuell gemessene Istgeschwindigkeit korrigiert wird, wie die Doppelkontakte von einer Achse der Abteilung überfahren werden, und die als Eingangsgröße für ein mit einem der an sich bekannten Lösealgorithmen arbeitendes Bremssteuergerät dient.

Hiezu 6 Blatt Zeichnungen

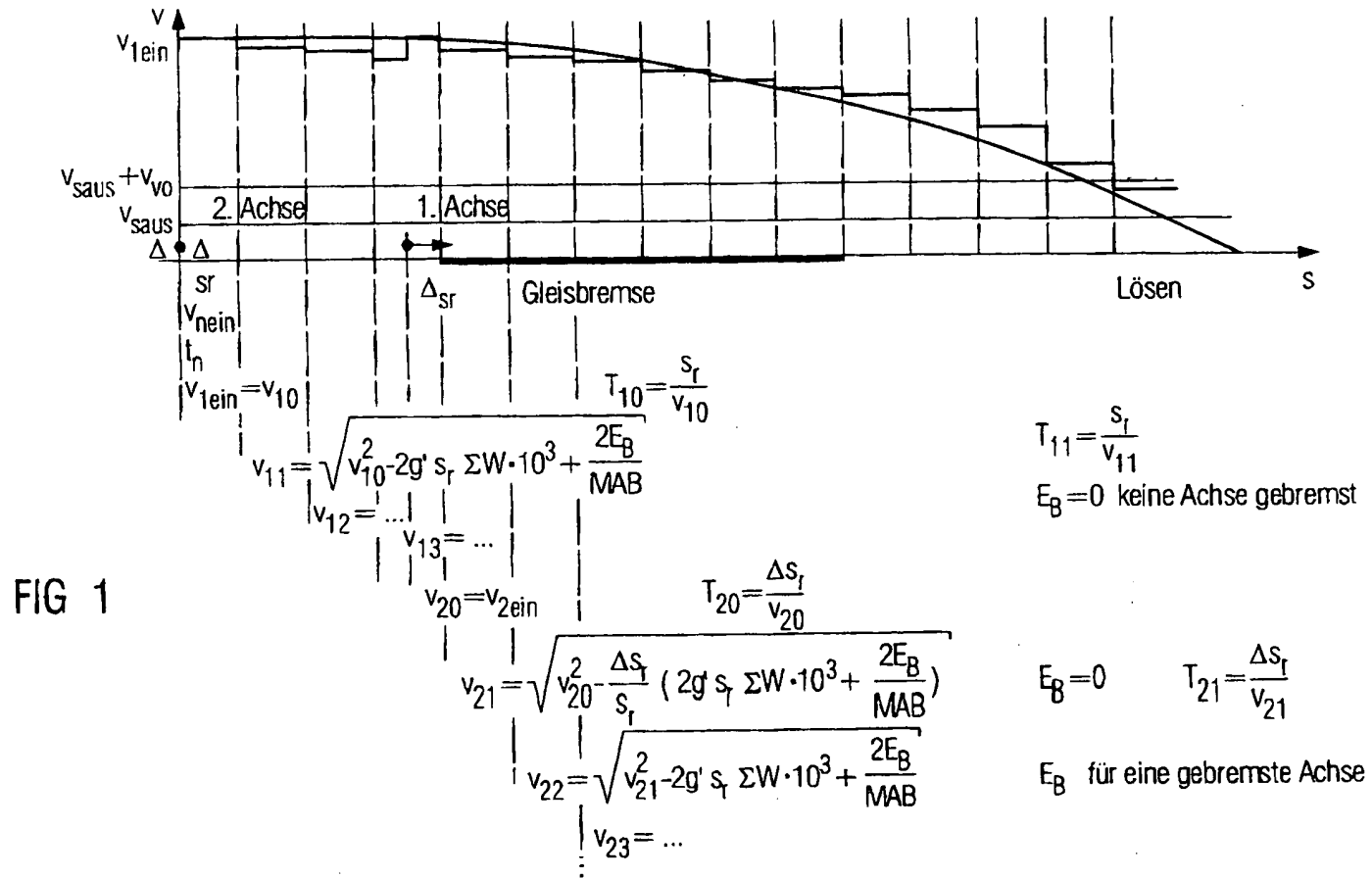




FIG 2

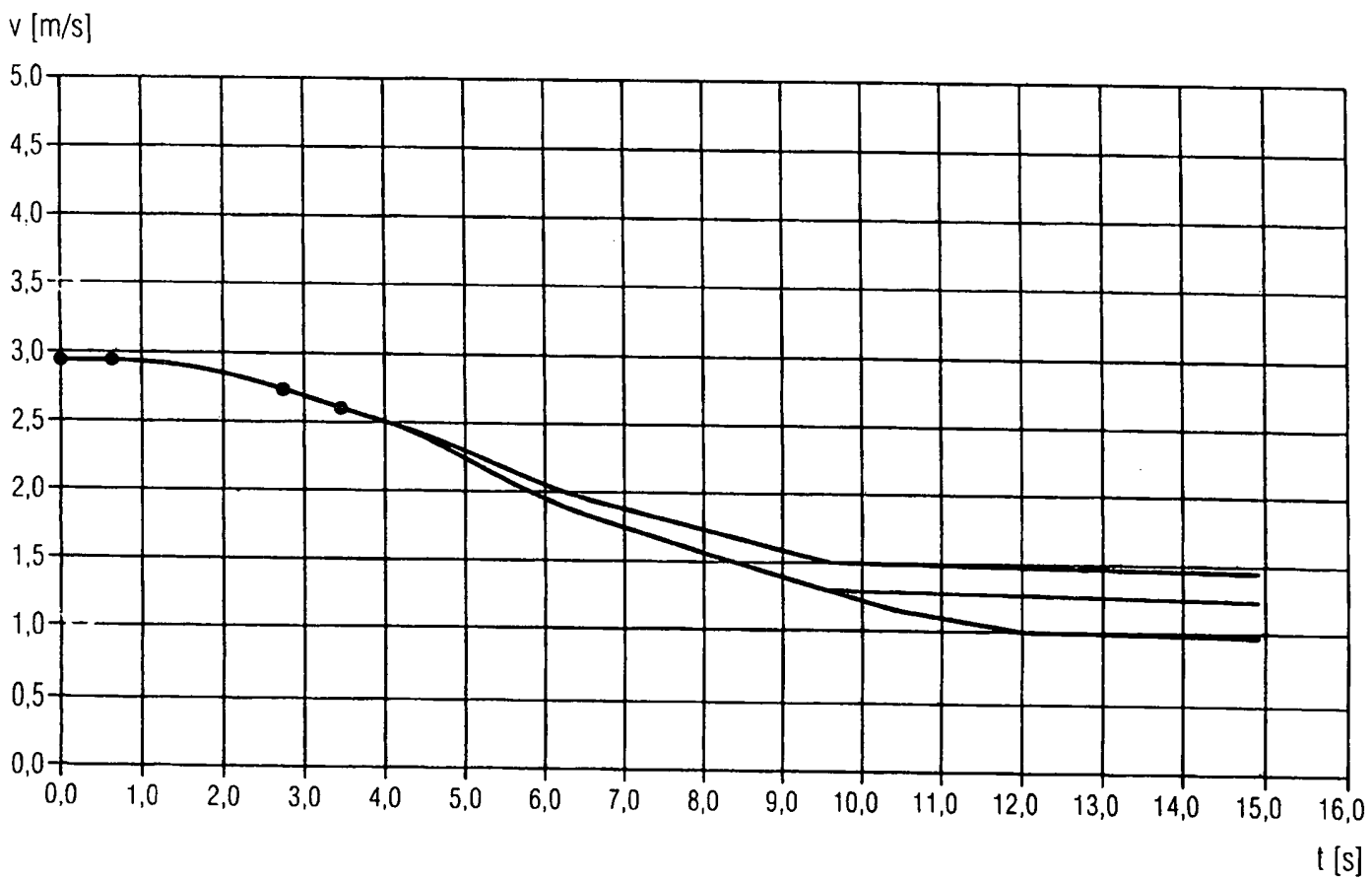




FIG 3

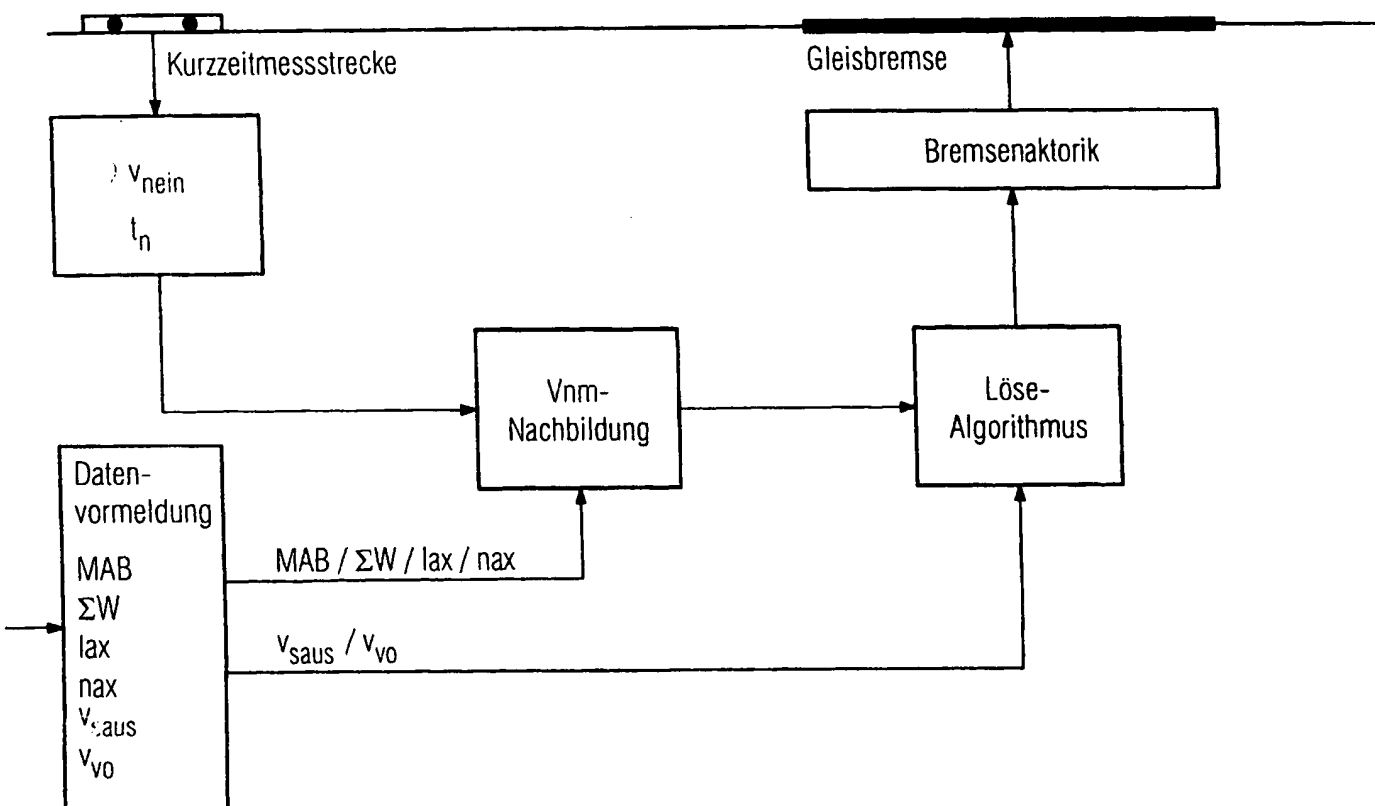




FIG 4

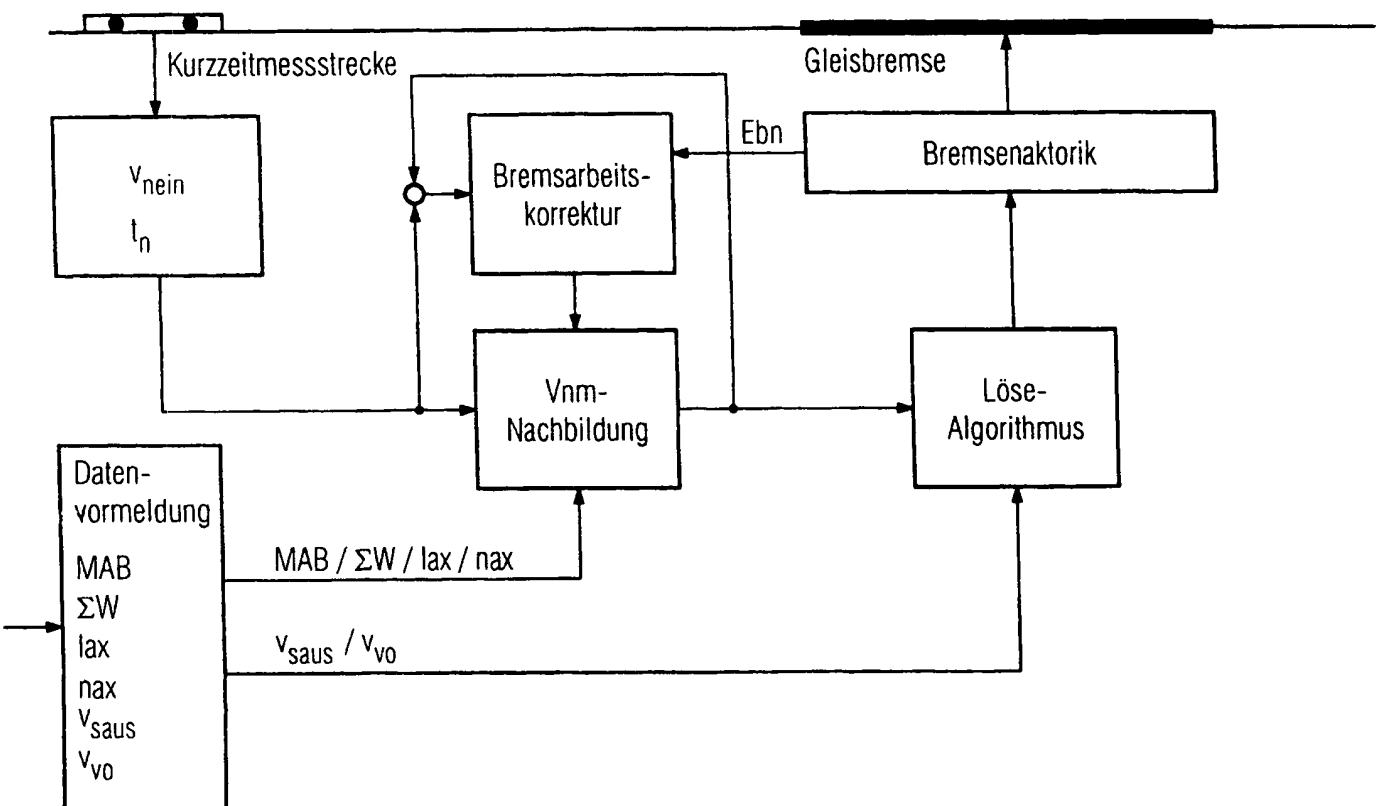




FIG 5

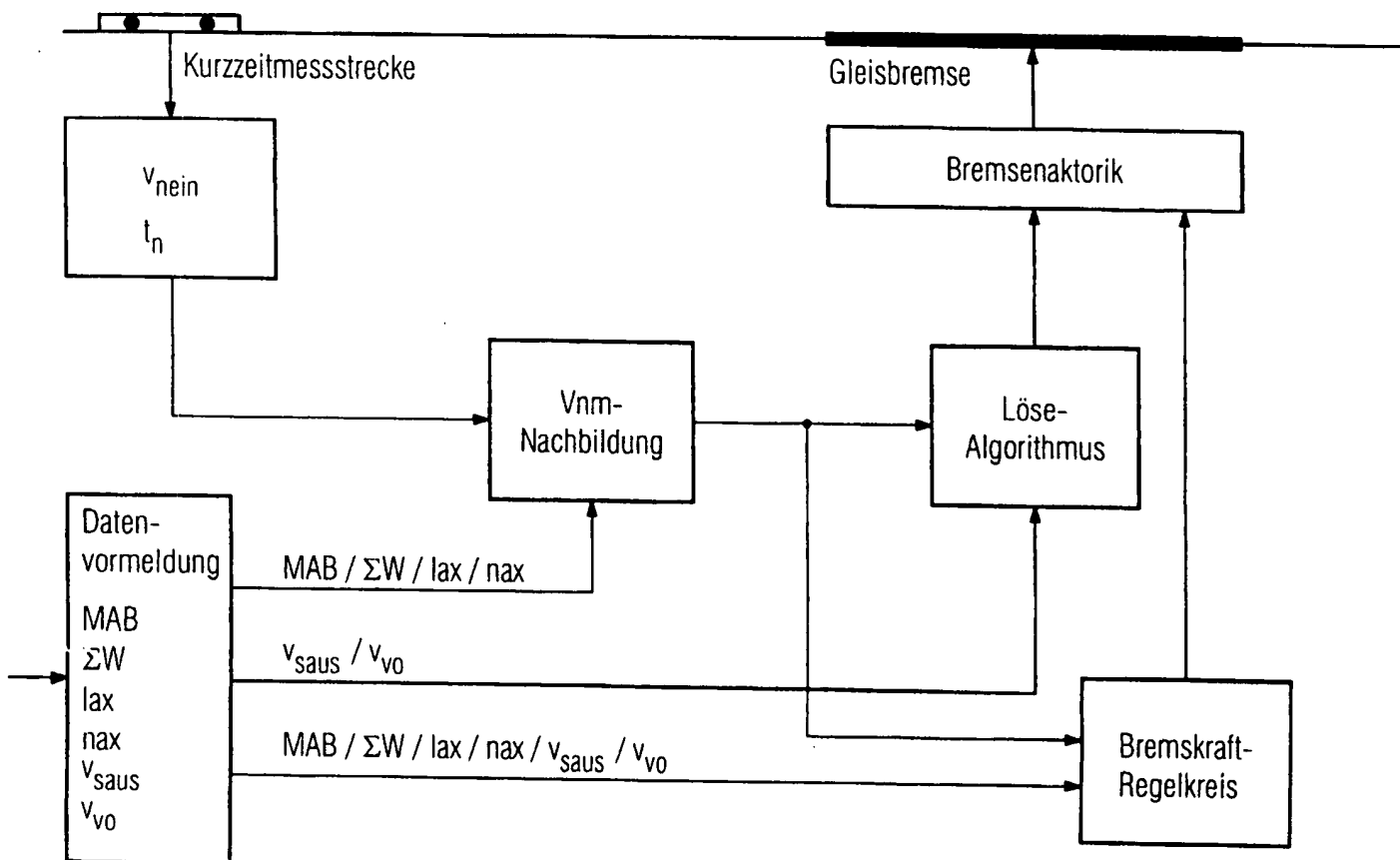




FIG 6

