

# Die elektronische Gleisbremssteuerung im Rangierbahnhof Gremberg der Deutschen Bundesbahn

Autor(en): **Delpy, A. / Olzowy, G.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins : gemeinsames Publikationsorgan des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins (SEV) und des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke (VSE)**

Band (Jahr): **54 (1963)**

Heft 20

PDF erstellt am: **07.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-916519>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

# BULLETIN

DES SCHWEIZERISCHEN ELEKTROTECHNISCHEN VEREINS

Gemeinsames Publikationsorgan des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins (SEV)  
und des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke (VSE)

## Die elektronische Gleisbremssteuerung im Rangierbahnhof Gremberg der Deutschen Bundesbahn

Von A. Delpy und G. Olzowy, München

621 — 592.356 : 625.24 — 592.356 — 523.8

### 1. Einleitung

In Rangierbahnhöfen müssen die ankommenden Güterzüge zerlegt und ihre Wagen in eine Gleisgruppe überführt werden, in der man die Wagen gleicher Ausgangsrichtung jeweils in einem vorbestimmten Gleis sammelt. Dabei lässt man die im Einfahrgleis angeschobenen und zuvor entkuppelten Wagen in dichter Folge über einen Ablaufberg durch eine Verteilzone in die tiefer gelegene Richtungsgruppe rollen, um eine hohe Zerlegeleistung zu erzielen.

Den am Fusse des Ablaufberges eingebauten Gleisbremsen ist nun die Aufgabe gestellt, die Geschwindigkeiten der Wagen nach ihren Laufeigenschaften so zu regeln, dass sie sich in der Verteilzone nicht einholen und in den Richtungsgleisen möglichst kuppelreif ohne unzulässig grosse Stösse beilaufen.

Seit einigen Jahren verwendet die Deutsche Bundesbahn (DB) hiezu Balkengleisbremsen der Bauart W [1; 2] <sup>1)</sup>, die infolge ihres leistungsfähigen Öldruckantriebes und infolge geringer bewegter Massen sehr reaktionsschnell sind. Wie Fig. 1 erkennen lässt, wird die Bremswirkung dadurch erzeugt, dass die parallel zur Schiene angreifenden Bremsbalken über Gummifederpakete seitlich gegen die Räder gepresst werden. Dabei wird die Anpresskraft über elektrisch gesteuerte Magnetschieber eingestellt.

Die Steuerung soll so arbeiten, dass sich die Bremskraft entsprechend dem Wagengewicht regelt, weil leere Wagen, um ein Aufklettern zu vermeiden, nicht zu stark und schwerbeladene, um eine ausreichende Bremswirkung zu erzielen, nicht zu schwach gebremst werden dürfen. Die Entlassungsgeschwindigkeit aus der Bremse ist dabei nach den betrieblichen Erfordernissen zu regeln [3].

Die DB hat Ende 1961 im Rangierbahnhof Gremberg (Bezirk Köln) eine neue Anlage mit 4 Balkengleisbremsen der Bauart W in Betrieb genommen. An dieser Anlage ist die von der Siemens & Halske AG gelieferte elektronische Steuerung in Magnetkerntechnik [4] bemerkenswert, deren Schaltungsaufbau im folgenden erläutert werden soll.

### 2. Prinzipielle Arbeitsweise der Steuerung

Die Arbeitsweise der Steuerungs- und Regelungselektronik zeigt Fig. 2. Sie zeigt den interessierenden Ausschnitt der

Ablaufanlage mit den Gebern in Grund- und Aufriss. Unter dem Ablaufprofil sind die Funktionseinheiten der Elektronik schematisch dargestellt. Um den Funktionsablauf erkennen zu können, sei ein Wagen betrachtet, der den Gleisabschnitt von links nach rechts durchläuft. Wenn seine erste Achse den Geber *K1* betätigt, wird der erste Achszählkreis (*K1 - K4*) besetzt und, falls bei unzulässig dichter Wagenfolge ein vorauslaufender Wagen noch gebremst würde, die Gleisbremse zur Abstandsregelung sofort geöffnet (Notlösung). In der Regel ist aber der Bremsenabschnitt frei. Die Bremse steht dann in der mittleren Bremsstellung (Stufe 3). Wird nun der Geber *K2* erreicht, so wird für diese Achse ein Platz im Bremsstufenspeicher, der vier Achswerte speichern kann, angesteuert. Mit Überrollen des Gewichtsgebers *GG* erfolgt die Messung des Achsgewichtes. Für die Bremskraftregelung wird damit von 5 vorgegebenen Gewichtsstufen die dieser Achse entsprechende Stufe eingestellt. Das Ergebnis der Gewichtsauswertung für die erste Achse wird in die vorbereitete Einheit des Bremsstufenspeichers eingeschrieben. Der gleiche Vorgang wiederholt sich bei der zweiten Achse. Wird aber *K2* zweimal betätigt, bevor die erste Achse *K3* passiert, so handelt es sich um Drehgestellachsen. Bei diesen muss erfahrungsgemäss die ausgewertete Gewichtsstufe um zwei Bremsstufen erhöht werden. Gleiches gilt auch für die

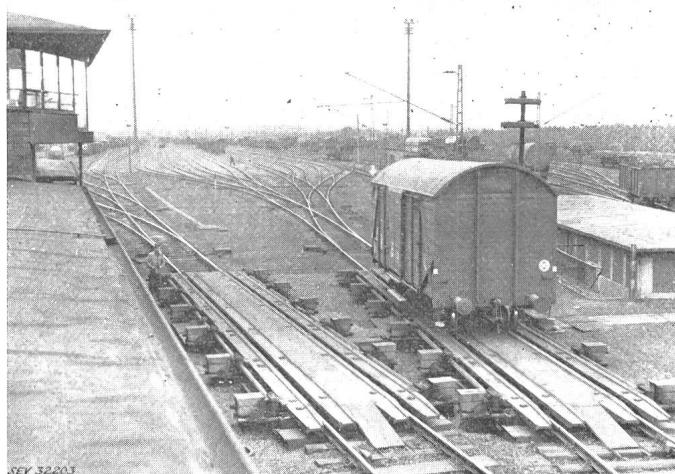


Fig. 1

Balkengleisbremsen

Bauart W im Rangierbahnhof Gremberg

<sup>1)</sup> Siehe Literatur am Schluss des Aufsatzes.

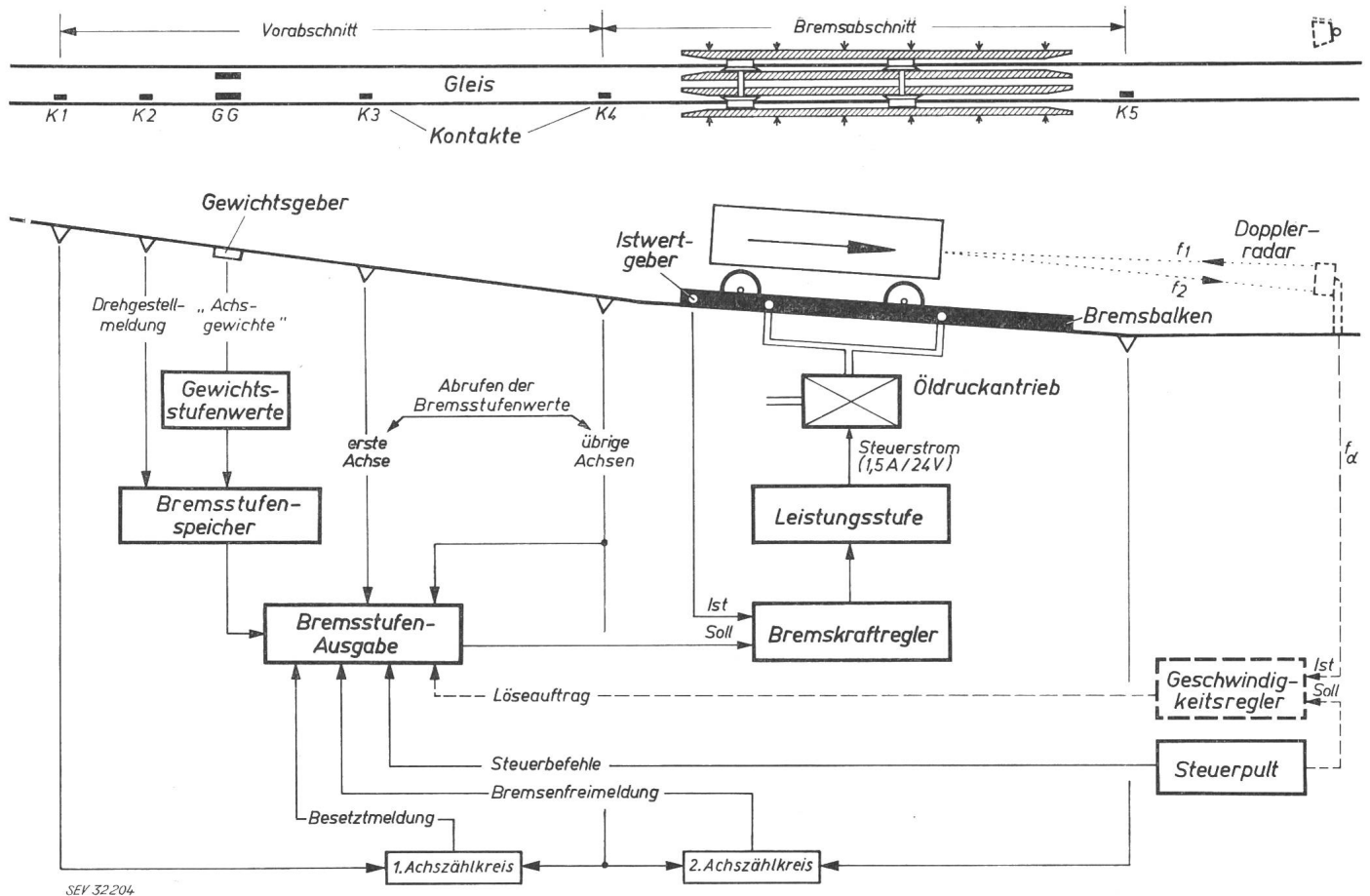


Fig. 2  
Funktionsschema der Gleisbremsensteuerung

Achsfolge «Leicht nach Schwer». Infolgedessen sind den fünf Gewichtsstufen sieben Bremsstufen zugeordnet. Sobald die erste Achse den Geber K3 erreicht, wird deren Bremsstufenwert im Speicher abgefragt, und über die Bremsstufen-Ausgabe an den Bremskraftregler als Sollwert ausgegeben. Für die weiteren Achsen erfolgt der Abruf sinngemäss über den Geber K4. Solange die Bremsbalken in Ruhelage sind, stimmen im Bremskraftregler Soll- und Istwert überein. Wird der Sollwert verändert, so entsteht zwischen den analogen elektrischen Grössen für Soll- und Istwert eine Differenz, von der man das Ausgangssignal ableitet. Dieses wird in der Leistungsstufe zum Betätigen der Magnetschieber des Öl-druckantriebes verstärkt. Das verstärkte Ausgangssignal veranlasst, dass der Istwert, und somit die Gleisbremse dem Sollwert bis zur Übereinstimmung schnellstens folgt. Ist der Wagen genügend gebremst, so kann bei der jetzigen Ausbaustufe der Bediener vom Steuerpult über Tastendruck die Bremse lösen.

In nächster Zeit wird die Steueranlage für jede Bremse durch einen Regelkreis zum geschwindigkeitsabhängigen Lösen ergänzt. Die Geschwindigkeit des Wagens wird dann in der Bremse mit einem Dopplerradargerät kontinuierlich gemessen. Die Auswertung beginnt, wenn die erste Achse K4 überrollt. Entsprechend dem voreingestellten Sollwert der Entlassungsgeschwindigkeit wird die Bremse unter Berücksichtigung eines angemessenen Vorhaltes selbsttätig gelöst, wenn die für Soll- und Istwert analogen elektrischen Grössen übereinstimmen. Betätigt nun die letzte Achse des Wagens den Geber K5, so wird der Bremsenabschnitt über den 2. Achszählkreis (K4 - K5) freigemeldet und die

Bremse aus der Lösestellung unverzüglich in die mittlere Bremsstellung gefahren. Gleichzeitig wird die Radarauswertung abgeschaltet. Die Deutsche Bundesbahn beabsichtigt, künftig zur Vorausbestimmung und selbsttätigen Vorgabe des Sollwertes der Entlassungsgeschwindigkeit einen elektronischen Rechner einzusetzen. Hiezu sind entsprechende Versuche im Gange [5].

### 3. Ermittlung der Messwerte

#### 3.1 Achsgewichte

Zur Messung der Achsgewichte dient eine Messbrücke mit Dehnungsmeßstreifen (DMS). Sie wird nach Fig. 3 gebildet aus je zwei unter jeder Schiene im selben Schwellenfach unmittelbar hintereinander angeordneten Messwertgebern GM1,2 und GM3,4. Der Meßstreifen ist auf einem Blechstück aufgeklebt, das unter dem Schienenfuss eingespannt ist (Fig. 4).

Die Speisespannung für die Messbrücke liefert ein aus einem Gegentakt-Rechteckgenerator bestehender Oszillator von 6 kHz, 2,5 V. Bei unbelasteter Schiene ist die DMS-Brücke im Gleichgewicht. Wird aber die Meßstelle GG von einer Achse überrollt, so verändern die Meßstreifen infolge der Schienendurchbiegung ihren Ohmschen Widerstand, und die Messbrücke wird verstimmmt. Das dann im Diagonalzweig auftretende Wechselstromsignal wird in einem nachgeschalteten Messverstärker verstärkt, gleichgerichtet und dann der Auswerteschaltung zugeführt. Die Messanordnung ist so getroffen, dass eine Meßspannung gewonnen wird, die — bezogen auf einen gewählten relativen Nullpunkt — der Dif-

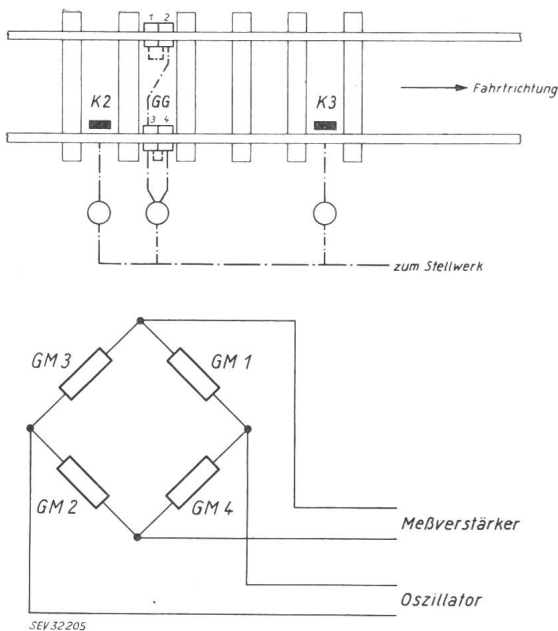


Fig. 3  
Anordnung der DMS-Geber im Gleis

ferenz der Dehnung in den beiden benachbarten Gebern analog ist. Im Messverstärker wird ein Gewichtsmesswert gebildet, der der Differenz der dritten Ableitungen der elastischen Linie an den beiden Messpunkten entspricht und der dem Achsgewicht proportional ist. Er ist weitgehend unabhängig von den Einflüssen der Gleisbettung und der Stellung benachbarter Achsen. Weiter ist die Schaltung so ausgebildet, dass Nullpunktverschiebungen in den DMS-Gebern den Gewichtsmesswert nicht beeinflussen. Die maximale Abweichung vom exakten Wert beträgt etwa  $\pm 5\%$ .

### 3.2 Wagengeschwindigkeit

Für die Messung der Wagengeschwindigkeit soll ein Dopplerradar eingesetzt werden, das neben dem Gleis hinter der Gleisbremse aufgestellt wird. Es misst die Wagengeschwindigkeit kontinuierlich. Bei der Messung wird der Doppler-Effekt elektromagnetischer Wellen ausgenutzt. Da die Wagen auf das Gerät zulaufen, ist die Frequenz der vom bewegten Objekt reflektierten Wellen  $f_2$  um den Betrag

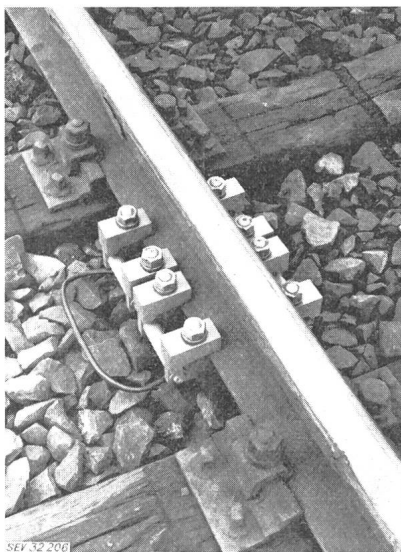


Fig. 4  
Befestigung der DMS-Geber an der Schiene

der Dopplerfrequenz  $f_d$  grösser als die abgestrahlte Sendefrequenz  $f_1$ .

Dann ist:

$$f_d \approx \frac{2f_1}{c} v \cos \alpha \quad [\text{Hz}]$$

wenn  $c$  die Lichtgeschwindigkeit,  $v$  die Wagengeschwindigkeit und  $\alpha$  den Winkel zwischen dem Sendestrahle und der Bewegungsrichtung des Wagens bedeuten. Es wird ein Verkehrsradargerät [6] verwendet, dessen Sendefrequenz mit  $f_1 = 9410$  MHz vorgegeben ist. Für den gewählten Aufstellungsort ist  $\cos \alpha \approx 1$ . Damit beträgt die Dopplerfrequenz  $f_d = 62,7 v$  [Hz]. Die gewonnene Dopplerwechselspannung wird umgewandelt in eine ihrer Frequenz proportionale Gleichspannung. Sie wird als Bezugsgrösse für den Istwert der Wagengeschwindigkeit dem Geschwindigkeitsregler zum Vergleich mit dem vorgegebenen Sollwert angeboten [7].

## 4. Schaltungstechnische Lösung

### 4.1 Das Prinzip

Die elektronischen Steuerschaltungen sind in Magnetkern-technik ausgeführt, bei der Ringkerne und Transfluxoren in Verbindung mit Halbleitern verwendet werden. Diese Technik benutzt Kerne aus einem ferromagnetischen Baustoff, deren Hysteresisschleife annähernd rechteckig ist. Durch elektrische Signale kann der Magnetisierungszustand dieser Kerne verändert werden. Beim Wechsel der Magnetisierungsrichtung von der oberen in die untere Remanenzlage oder umgekehrt entsteht in der Sekundärwicklung ein Impuls, der positiv oder negativ gerichtet sein kann.

Beim Ringkern kann eine eingehende Information nur einmal abgefragt werden. Der Transfluxor dagegen ist ein steuerbarer Ringkern, der bei geeigneter Schaltungsanordnung beliebig oft abgefragt werden kann [8; 9].

Die Bausteine der Magnetkerntechnik werden in den Übersichtsschaltungen durch Symbole dargestellt. Für Stromlaufpläne wird die Karnaugische Spiegelsymbolik gewählt [10] (siehe Fig. 5, Spalte «Schaltungsaufbau»). Bei dieser Darstellungsform symbolisiert der senkrechte, stark gezeichnete Balken den Magnetkern. Die schrägen Striche bedeuten die zugehörigen Wicklungen. Aus der Stromrichtung und der Neigung des Schrägstriches, die den Wicklungssinn angibt, kann man ersehen, in welche Remanenzlage der Kern durch einen die Wicklung durchfliessenden Stromimpuls gebracht wird. Dabei wird der Eingangsstrom als Lichtstrahl aufgefasst, der wie an einem Spiegel (Schrägstrich) in die Balkenachse abgelenkt wird. Die Ablenkrichtung entspricht der Magnetisierungsrichtung.

Der Ringkern kann mehrere Eingangswicklungen (Primärwicklungen) haben, so z. B. die Wicklungen für den Eingangsimpuls, für die Vormagnetisierung, für die Abfrage und für die Rückstellung; er hat aber in der Regel nur eine Ausgangswicklung (Sekundärwicklung), die meistens mit einer zweiten Wicklung über einen Transistor rückgekoppelt ist, um einen von der Länge und der Grösse des Eingangsimpulses unabhängigen, nach Länge und Grösse konstanten Ausgangsimpuls zu erhalten. Die Stromrichtung des in der Sekundärwicklung induzierten Impulses hängt vom Wicklungssinn der Ausgangswicklung und von der Magnetisierungsrichtung des Eingangsimpulses ab. Nach der Karnaugischen Darstellungsweise wird der Ausgangsimpuls sinngemäss

mäss aus der Balkenachse in den Strompfad der Sekundärwicklung abgelenkt. Seine Richtung in der Balkenachse wird durch die Lenzsche Regel bestimmt, nach der die Wirkung, die durch eine Ursache veranlasst wird, der auslösenden Ursache entgegengesetzt gerichtet ist.

## 4.2 Die Bausteine

Für immer wiederkehrende Aufgaben sind Bausteine gebildet worden, aus denen sich die Funktionsgruppen zusammensetzen. In Fig. 5 sind die wesentlichen Bausteine zusammengestellt.

Ziff.	Bezeichnung	Symbol	Schaltungsaufbau	Impulsfolge	Arbeitsweise
1	Impulsverlängerer mit Verzögerung				mit Abklingen des Eingangsimpulses Ausgangsimpuls bestimmter Länge.
2	Impulsverlängerer ohne Verzögerung				mit Ansteigen des Eingangsimpulses Ausgangsimpuls bestimmter Länge.
3	Speicher				mit Abfrageimpuls Ausgangsimpuls, wenn Eingangsimpuls gespeichert.
4	Koinzidenzglied mit Verzögerung				Ausgangsimpuls nach Abklingen gleichzeitiger Eingangsimpulse
5	Koinzidenzglied ohne Verzögerung				Ausgangsimpuls mit Auftreten gleichzeitiger Eingangsimpulse
6	Umlaufzähler (Taktverteiler, Schieberegister)				mit Taktimpulsen entstehen zyklische Ausgangsimpulse
7	Eingangsschalter				Ausgangsimpulse, solange Eingangsstrom Schwellwert überschreitet.
8	Frequenzteiler (z. B. 5:1)				Ausgangsimpuls bei jedem 5. Eingangsimpuls.
9	Impulstor T				Information (z. B. Einstellimpuls) kann durch Impulsfolge U-T bis zum nächsten Blockieren (Löschen) beliebig oft abgefragt werden.
10	Impulstor Ü (Folgegatter)				Information (B- oder E-Impuls) kann durch Impulsfolge B-E-Ü einmal abgefragt werden
11	Transfluxorschalter				wird durch Einstellimpuls ein- und durch Blockierimpuls ausgeschaltet
12	Impulsgenerator				liefert periodisch gegeneinander versetzte Rechteckimpulse

SEV 32207

Fig. 5

### Bausteine der Magnetkerntechnik

E Eingang, Einstellung; B Blockierung; Ü Übertrag; T Treiben; A Ausgang; Abfr. Abfrage; TE Takteingang; VM Vormagnetisierung; R Rückstellung; MK Messkern; AK Ausgabekern; QK Quantisierungskern; ZK Zählkern; SK Schwingkern

Die ersten fünf Bausteine haben praktisch den gleichen Schaltungsaufbau. Sie bestehen aus einem Ringkern mit zwei Primärwicklungen, der Eingangswicklung ( $E$ ) und der Vormagnetisierungswicklung ( $MV$ ), die entgegengesetzten Wicklungssinn haben. Die  $VM$ -Wicklung wird bei den Bausteinen 1, 2, 4 und 5 von einem Dauerstrom durchflossen. Die Ausgangswicklung  $A$  ist mit der Sekundärwicklung durch den Transistor so verknüpft, dass jeder Sekundärimpuls, der den Transistor öffnet, einen Ausgangsstrom erzeugt. Dieser Emitter-Kollektorstrom wirkt dabei als Rückkopplung. Eine durch einen Eingangsstrom begonnene Ummagnetisierung wird über die Ausgangswicklung verstärkt und hält den Transistor so lange geöffnet, bis der Kern vollständig ummagnetisiert ist. Das bedeutet, dass der Ausgangsimpuls unabhängig von der Länge des Eingangsimpulses ist.

Die Vormagnetisierung bringt den Ringkern wieder in seine Grundstellung zurück, sobald der Eingangsimpuls abklingt. Jeder Impuls, der die Remanenzlage des Ringkerns verändert, verursacht einen Sekundärimpuls. Ob der Sekundärimpuls einen Ausgangsimpuls erzeugt, hängt von seiner Auswirkung auf die Basis des Transistors ab.

Beim *Impulsverlängerer mit Verzögerung* (Ziff. 1) wird der Transistor erst geöffnet, wenn der Ringkern durch die Vormagnetisierung wieder in Grundstellung kommt. Das bedeutet, dass der Ausgangsimpuls erst mit Abklingen des Eingangsimpulses auftritt. Das gleiche gilt für das *Koinzidenzglied mit Verzögerung* (Ziff. 4). Es unterscheidet sich nur dadurch vom Baustein 1, dass zwei sich addierende Eingangsimpulse von der Grösse  $i/2$  notwendig sind, um die Vormagnetisierung zu überwinden.

Beim *Impulsverlängerer ohne Verzögerung* (Ziff. 2) und beim *Koinzidenzglied ohne Verzögerung* (Ziff. 5) sind die Eingangswicklungen  $E$  und  $VM$  umgepolt, so dass bereits der durch den Eingangsimpuls induzierte Impuls einen Ausgangsimpuls erzeugt.

Der *Speicher* (Ziff. 3) ist im Prinzip wie Baustein 1 geschaltet. Auf die Vormagnetisierungswicklung werden hier an Stelle des Dauerstromes Abfrageimpulse gegeben. Der vom Eingangsimpuls hervorgerufene Magnetisierungszustand bleibt erhalten, bis der nächste Abfrageimpuls den Ringkern wieder in seine Ausgangsstellung bringt und damit einen Ausgangsimpuls erzeugt. Das bedeutet, dass eine eingegebene Information beliebig lange gespeichert werden kann, bis eine Abfrage erfolgt.

Der *Umlaufzähler UZ* (Ziff. 6), der als Taktverteiler oder Schieberegister verwendet wird, besteht aus mehreren miteinander verbundenen Ringkernen. Einer von diesen befindet sich in der oberen, die übrigen sind in der unteren Remanenzlage. Der Taktimpuls ( $TE$ ), der eine nach unten gerichtete Magnetisierungswirkung hat, kann nur den in der oberen Remanenzlage befindlichen Kern ummagnetisieren und damit einen Ausgangsimpuls erzeugen. Dieser Ausgangsimpuls wirkt auf den nachfolgenden Kern gleichzeitig als Eingangsimpuls und bringt diesen dann in die obere Remanenzlage. Beim nächsten Taktimpuls wird der zugehörige Transistor geöffnet und das Spiel wiederholt sich.

Der *Eingangsschalter ES* (Ziff. 7), der zum Messen eines Stromes dient, besteht aus zwei Ringkernen, die durch einen Transistor gekoppelt sind. Von diesen arbeitet einer als Messkern ( $MK$ ) und der andere als Ausgabekern ( $AK$ ). Über die Vormagnetisierungswicklung des Messkerns kann der

Ansprechwert eingestellt werden, wobei dann der Vormagnetisierungsstrom den Eingangsstrom unterstützt. Wenn dieser gross genug ist, wechselt der Messkern seine Magnetisierungsrichtung und liefert bei jedem Auftreten des entgegengesetzt gerichteten Abfrageimpulses einen Sekundärimpuls, der den Transistor öffnet. Dieser Impuls wird durch den Ausgabekern geformt, welcher dabei seine Remanenzlage ändert. Er muss durch einen Rückstellungsimpuls wieder in Grundstellung gebracht werden, bevor der nächste Abfrageimpuls wirksam werden kann.

Der *Frequenzteiler FT 1 : n* (Ziff. 8) liefert nur dann einen Ausgangsimpuls, wenn vorher eine bestimmte Anzahl von Eingangsimpulsen aufgetreten ist. Er ist unabhängig von Form und Länge und vom zeitlichen Abstand der Eingangsimpulse. Er besteht aus einem Quantisierungskern ( $QK$ ) und einem Zählkern ( $ZK$ ). Der Quantisierungskern formt die Eingangsimpulse in grössenmässig festgelegte Ausgangsimpulse um. Er wird durch einen Vormagnetisierungsstrom wieder in die Ausgangsstellung gebracht. Jeder Ausgangsimpuls des  $Q$ -Kerns magnetisiert einen Teil der Feldlinien des Zählkerns um. Nach  $n$  Impulsen ist der  $Z$ -Kern gesättigt. Die an der Basis des Transistors liegende Wicklung, die vorher als hoher induktiver Widerstand wirkte, wird praktisch widerstandslos und die gesamte Spannung fällt jetzt am Widerstand ab. Der Transistor wird geöffnet und liefert einen Ausgangsimpuls, der den Zählkern gleichzeitig wieder in die Ausgangsstellung zurückbringt.

Das *Impulstor T* (Ziff. 9) ist ein Transfluxor mit vier Eingangswicklungen und einer mit einem Transistor gekoppelten Ausgangswicklung. Der mit den Wicklungen  $Ü$ ,  $T$  und  $A$  beschaltete Teil des Transfluxors wirkt als Ringkern, der durch Blockier- und Einstellimpulse gesteuert wird. Eine Information, die z. B. über den Einstelleingang eingegeben worden ist, kann durch Taktimpulse in der Reihenfolge Übertrag—Treiber beliebig oft abgefragt werden. Jeder Treiberimpuls, der auf einen Übertragimpuls folgt, öffnet den Transistor und erzeugt dadurch einen Ausgangsimpuls. Die eingegebene Information wird durch einen Blockierimpuls gelöscht und das System in Grundstellung gebracht.

Beim *Impulstor Ü* (Ziff. 10) liefert bereits der Übertragimpuls das Ausgangssignal, wenn die Reihenfolge Blockieren-Einstellen-Übertrag eingehalten wird (Folgegatter). Eine eingegebene Information kann also nur einmal abgefragt werden, weil vor der nächsten Abfrage das Impulstor wieder blockiert werden muss und damit die Information gelöscht wird.

Der *Transfluxorschalter TS* (Ziff. 11) ist ein selbstschwingendes System mit galvanischer Trennung. Der Schalter besteht aus einem Transfluxor mit zwei Transistoren und einem Ringkern, dessen Sekundärwicklungen einen gleichgerichteten Ausgangsstrom liefern und damit einen Schalttransistor steuern. Wird der Transfluxor durch einen Einstellimpuls ummagnetisiert, so wird in der an der Basis des Transistors angeschlossenen Wicklung ein Impuls induziert, der den Transistor öffnet. Sein Emitter-Kollektorstrom fliesst nun als Eingangsstrom in den nachgeschalteten Ringkern. Dieser Strom bricht wieder ab, wenn der Ummagnetisierungsvorgang abgeschlossen ist. Infolge des Abklingens wird in der an der Basis des unteren Transistors angeschlossenen Wicklung ein kleiner Strom induziert, der ausreicht, diesen Transistor zu öffnen. Der Emitter-Kollektorstrom wirkt wieder-

Fig. 6  
Bilden und Speichern der Gewichts-  
und Bremsstufenwerte

um als Eingangsstrom auf den Ringkern. Beim Abklingen wird der obere Transistor erneut geöffnet. Dieses Spiel wiederholt sich, bis der Transfluxor durch einen Blockierimpuls wieder in Grundstellung gebracht wird.

Als letzter Baustein sei noch der Impulsgenerator IG (Ziff. 12) erwähnt. Der Generator ist eine selbstschwingende Ringkernschaltung mit Verstärker und zweiphasigem Ausgang. Der rechte Ringkern stellt ein ähnliches Schwingungssystem dar wie der Transfluxor beim Transfluxorschalter. Einmal durch Unsymmetrie beim Einschalten angestoßen, werden die Transistoren  $Tr1$  und  $Tr2$  abwechselnd geöffnet und gesperrt. Die damit gleichzeitig als Rückkopplung wirkenden Emitter-Kollektorströme magnetisieren den linken Ringkern im gleichen Rhythmus um und öffnen bzw. sperren im Gegentakt die von den Sekundärwicklungen des linken Kerns gesteuerten Leistungstransistoren  $Tr3$  und  $Tr4$ . Es entstehen dadurch an den beiden Ausgängen Rechteckimpulse, die in der Phasenlage gegeneinander verschoben sind.

#### 4.3 Verarbeitung der Gewichtsdaten

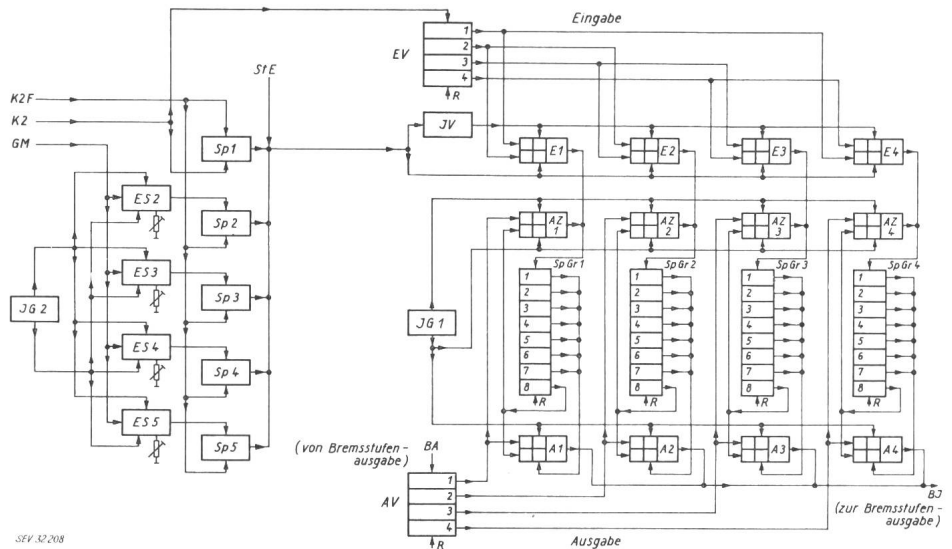
##### 4.3.1 Bilden und Einordnen der Gewichtsstufenwerte

Das Ergebnis der Gewichtsmessung wird nach Fig. 6 als Gewichtsmessimpuls  $GM$  mit einer dem Achsgewicht analogen Stromstärke an die Auswerteschaltung geliefert. Zum Einordnen des Gewichtsmessimpulses in eine der fünf Gewichtsstufen werden die den Gewichtsstufen 2...5 zugeordneten stromabhängigen Eingangsschalter  $ES2$  bis  $ES5$  verwendet. Für die Gewichtsstufe 1 ist kein Eingangsschalter vorgesehen, weil auch die leichteste Achse mindestens in die Gewichtsstufe 1 fällt. Der zur Gewichtsstufe 1 gehörende Speicher  $Sp1$  wird daher schon beim Befahren des Gleiskontaktes  $K2$  eingestellt und durch den davon abgeleiteten, etwas später auftretenden Impuls  $K2F$  abgefragt. Der Ausgangsimpuls  $Sp1$  wird unmittelbar einer freien Gewichtsspeichergruppe zugeführt.

Bei höheren Gewichtsstufen liefern die Eingangsschalter, die durch den Impulsgenerator  $JG2$  laufend abgefragt und wieder zurückgestellt werden, nacheinander Ausgangsimpulse. Der Eingangsschalter  $ES2$  spricht beim Ansteigen des Gewichtsmessimpulses als erster an; dann folgt  $ES3$  und so fort. Die an den Ausgängen der Eingangsschalter liegenden Speicher, die vorher durch den  $K2F$ -Impuls eingestellt worden sind, werden der Reihe nach abgefragt und ihre Ausgangsimpulse dem Bremsstufenpeicher zugeführt.

##### 4.3.2 Speichern und Ausgeben der Bremsstufenwerte

Eine Gewichtsspeichergruppe besteht aus dem Eingabeimpulstor  $E$ , der Speichergruppe  $SpGr$ , dem Auszählimpulstor  $AZ$  und dem Ausgabeimpulstor  $A$ . Die Verteilung der



Gewichtsstufenwerte auf die Speichergruppe übernimmt der vom Gleiskontakt  $K2$  gesteuerte Eingabeverteiler  $EV$ . Beim Befahren des Gleiskontaktes  $K2$  durch die erste Achse liefert der erste Ausgang von  $EV$  einen Impuls, der das Tor  $E1$  einstellt und gleichzeitig das Tor  $E4$  blockiert. Damit ist die Speichergruppe  $SpGr1$  für die Gewichtsstufenimpulse aufnahmebereit. Die Gewichtsstufenimpulse gelangen zunächst der Reihe nach an den Übertrageingang und dann durch ein  $JV$ -Glied verzögert an den Treibereingang des Impulstors  $E1$ . Jeder Impuls erzeugt dort einen Ausgangsimpuls, der den Umlaufzähler  $SpGr1$  um einen Schritt weiterschaltet. Befährt die zweite Achse  $K2$ , so stellt der Impuls  $EV2$  das Eingabetor  $E2$  ein, blockiert gleichzeitig  $E1$ , und sperrt die zu  $E1$  gehörende Speichergruppe für eine weitere Eingabe. Der nächste Gewichtsstufenwert wird also in die Speichergruppe  $SpGr2$  aufgenommen.

Handelt es sich um die Achse eines Drehgestelles oder um eine leichte Achse, die innerhalb einer Wagengruppe auf eine schwere Achse folgt, so muss die Bremskraft um zwei Stufen erhöht werden. Dazu werden zwei weitere Impulse in den Bremsstufenpeicher eingegeben, der den zugehörigen Gewichtsstufenwert aufnimmt. Die eingespeicherten Werte entsprechen also den erforderlichen Bremsstufen. Die Drehgestelle und die Wagenfolge «Leicht nach Schwer» werden durch besondere, in der Figur nicht dargestellte Schaltordnungen ermittelt.

Die Ausgabe der Bremsstufenwerte wird durch den Ausgabeverteiler  $AV$  geregelt, der durch Impulse aus der Bremsstufenausgabe gesteuert wird.

Für die Speicherausgabe werden die Auszählimpulstore  $AZ$  und die Ausgabeimpulstore  $A$  benötigt. Sie sind in Grundstellungen blockiert. Der Abrufimpuls  $BA$  (siehe Abschnitt 5.3) liefert aus dem ersten Ausgang von  $AV$  einen Impuls, der die Tore  $AZ1$  und  $A1$  einstellt. Die durch den Impulsgenerator  $IG1$  aus dem Impulstor  $AZ1$  erzeugten Schiebeimpulse schalten den Umlaufzähler  $SpGr1$  solange weiter, bis die 8. Stufe erreicht ist. Die dabei bis zur 7. Stufe nacheinander austretenden Impulse wirken auf die Übertragungwicklung des Tores  $A1$ . Die Treiberimpulse liefert der Impulsgenerator  $JG1$ . Die Speichergruppe erzeugt so lange Ausgangsimpulse, bis der Impuls aus der 8. Stufe die beiden Impulstore  $AZ1$  und  $A1$  wieder blockiert. Es werden also aus den Ausgängen 1...7 so viel Ausgangsimpulse hervorge-

bracht, wie Stufen frei sind. Ist die Speichergruppe z. B. bis zur Stufe 2 belegt, so bleiben fünf Stufen frei. Die Speichergruppe liefert daher fünf Übertragimpulse an das Ausgabeort, d. h. so viele Impulse wie die Differenz zwischen der geforderten Bremsstufe und der Zahl 7 ausmacht.

#### 4.4 Verknüpfung der Steuerbefehle und Ausgabe der Bremsstufen

In der Bremsstufenausgabe (Fig. 7) werden die von den Gleiskontakten, von der Bremsfreimeldung, vom Steuerpult und vom Bremsstufenspeicher gelieferten Steuersignale verarbeitet und als Bremskraft-Sollwert an den Bremskraftregler weitergegeben. Alle von aussen kommenden Impulse werden in einer besonderen Eingangsgruppe (in der Figur nicht dargestellt) geformt.

Beim Einschalten der Steueranlage werden alle wichtigen Schaltglieder durch einen dabei erzeugten Bremsfreimeldeimpuls *BFM* in ihre Grundstellung gebracht. Die Bremse befindet sich nach dem Einschalten in der Bremsstufe 3.

Der erste Bremsstufenwert soll schon beim Befahren von *K3* abgerufen werden, die übrigen beim Befahren von *K4*. Der *K3*-Impuls fragt daher den bereits eingestellten Speicher *F1* ab, dessen Ausgangsimpuls das Tor *F2* blockiert. Dieser Ausgangsimpuls stellt aber gleichzeitig den Speicher *BA* ein, der die eingespeicherten Bremsstufenwerte abrufen soll. Er stösst ausserdem über das Impulstor *BV* den Bremsstufenverteiler *BV* an. Der Impuls aus dem 5. Ausgang von *BV* sperrt den Bremsstufenschalter *S3*. Der 8. Ausgangsimpuls blockiert wiederum das Tor *BV* und fragt den Speicher *BA* ab. Der Ausgangsimpuls *BA* stellt den Bremsstufenschalter *S7* ein und ruft aus dem Bremsstufenspeicher den Gewichtsstufenwert für die erste Achse ab. Die Impulse *BJ* aus dem Bremsstufenspeicher gelangen als Übertragimpulse und durch ein *JV*-Glied verzögert als Treiberimpulse an das Tor *B*. Dieses Impulstor liefert so viele Ausgangsimpulse, wie Impulse aus dem Bremsstufenleiter ausgegeben werden.

Die Ausgangsimpulse aus dem Impulstor *B* schalten den Bremsstufenverteiler *BV* um die entsprechende Anzahl Stufen weiter. Die Ausgänge des Verteilers *BV* sind so mit den Blockier- bzw. Einstelleingängen der Bremsstufenschalter verbunden, dass nacheinander, mit *S7* bzw. *S6* beginnend, durch jeden Impuls ein Bremsstufenschalter blockiert und der vorgelegene eingestellt wird. Bei der Bremsstufe 7 liefert *BV* keine Impulse, während bei der Bremsstufe 1 sechs Ausgangsimpulse austreten. Die Verknüpfung in der Brems-

stufenausgabe ist so gelöst, dass die im Bremsstufenspeicher erzeugte Umkehrung aufgehoben und die richtigen Bremsstufenschalter angesteuert werden.

Befährt die erste Achse *K4*, so gelangen die verschieden verzögerten *K4*-Impulse in der Reihenfolge Übertrag-Treiber-Einstellen an die Eingänge des Impulstores *F2*. Da die vorgeschriebene Reihenfolge der Impulse nicht stimmt, kann *F2* keinen Ausgangsimpuls erzeugen. Erst wenn die zweite Achse *K4* betätigt wird das durch den *K4*-Impuls der ersten Achse bereits eingestellte Impulstor *F2* mit Erfolg abgefragt. Der Ausgangsimpuls *F2* hat die gleiche Auswirkung wie vorher der Impuls aus dem Speicher *F1*. Der alte Bremsstufenwert wird gelöscht und der neue eingestellt.

Zum Lösen der Bremse muss entweder die Lösetaste *LT* gedrückt oder der Löseimpuls selbsttätig von einer Geschwindigkeitsmesseinrichtung ausgelöst werden.

Wird die Lösetaste gedrückt, so wird der Löseimpuls unmittelbar an die Blockiereingänge der Bremsstufenschalter *S1* bis *S7* und an den Einstelleingang des Bremsstufenschalters *SL* geführt, damit jede Verzögerung vermieden wird. Jeder Löseimpuls, ob durch Tastendruck oder durch Radar erzeugt, sperrt das Tor *B* und stellt das Tor *L* für den Löseauftrag ein. Gleichzeitig steuert er in der bereits bekannten Weise über das Tor *BV* den Verteiler *BV*, dessen Ausgangsimpulse 1...7 die Schalter *S1* bis *S7* sperren. Der 8. Impuls fragt das Tor *L* ab und erzeugt damit den Impuls zum Einstellen des Bremsstufenschalters *L*.

Beim Räumen der Bremse tritt ein Bremsfreimeldeimpuls *BFM* auf, der die Grundstellung wieder herstellt.

#### 4.5 Die Bremskraftregelung

##### 4.5.1 Erzeugung des Steuerstromes

Die Bremskraft hängt bei gegebenen Federkräften von der eingestellten Bremsrille ab. Sie wird durch einen Drehmelder gemessen, der vom Bremsgestänge so gesteuert wird, dass sein Drehwinkel der Bremsrillenweite entspricht. Die über den Drehmelder abgegebene 400-Hz-Wechselspannung, deren Amplitude von der Bremsrillenbreite bestimmt wird, liefert den *Istwert* (Fig. 8).

Der *Sollwert* wird aus zwei Wechselspannungen gebildet, die gleichphasig (Bremskraftstufe > 3) oder gegenphasig (Bremskraftstufe < 3) sein können. Der Grundwert der Sollwertspannung, der der Bremskraftstufe 3 entspricht, wird durch die Stellung des Potentiometers «Bremskraftregler» im Steuerpult festgelegt (Fig. 9). Die zweite Wechselspan-

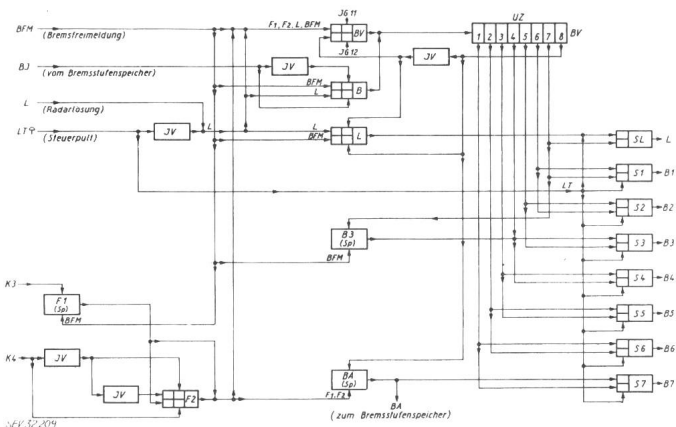


Fig. 7  
Bremsstufenausgabe

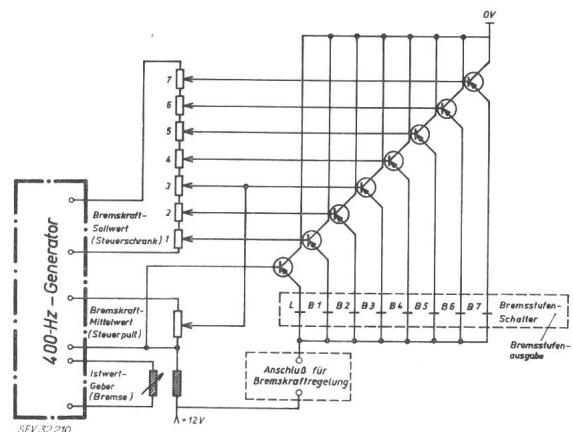


Fig. 8  
Erzeugung des Steuerstromes





Fig. 9  
Steuerpult der Gleisbremsensteuerung

nung wird durch die Bremsstufe bestimmt. Durch die Bremsstufenschalter in der Bremsstufenausgabe werden die Widerstände 1...7 so zugeschaltet, dass zu der Grundwertspannung eine Wechselspannung gleicher Frequenz zugefügt oder abgezogen wird.

Die Steuerspannung wird aus der Differenz zwischen der Sollwert- und der Istwertspannung gebildet. Alle für die Ermittlung der Steuerspannung verwendeten Wechselspannungen haben gleiche Frequenzen und gleiche Phasenlage, d. h. die Nulldurchgangspunkte stimmen überein.

#### 4.5.2 Das Regelverfahren

Da die Wechselspannungen für Soll- und Istwert vom selben Generator geliefert werden, sind sie in der Frequenz und in der Phasenlage starr miteinander gekoppelt. Die beiden Spannungen werden nach Fig. 10 gegenphasig miteinander verknüpft, so dass sich eine Spannungsdifferenz ergibt, die als Steuerspannung  $U_s$  bezeichnet wird. Die Grösse dieser Spannung ist ein Mass für die Abweichung des Sollwertes vom Istwert; ihre Phasenlage, bezogen auf eine Bezugsspannung  $U_0$  gleicher Frequenz, gibt die Richtung der Abweichung an, d. h. sie bestimmt, ob die Bremsrille geöffnet oder geschlossen wird. Die Bezugsspannung hat die gleiche Phasenlage wie die Sollwertspannung  $U_{Soll}$ ; die Istwertspannung  $U_{Ist}$  ist gegenphasig.

Die Steuerspannung  $U_s$  ist nur wirksam, so lange sie einen bestimmten Schwellwert überschreitet. Die Istwertspannung ist bei kleinster Bremsrillenbreite (grösste Bremskraft) am grössten. Der Sollwert für einen Öffnungsbefehl muss also kleiner sein als der Istwert. Daraus folgt, dass die Steuerspannung für das Öffnen gegenphasig zur Bezugsspannung liegt (Fig. 10, Ziff. 3). Umgekehrt ist für das Schliessen der Sollwert grösser als der Istwert. Das bedeutet, dass die Steuerspannung gleichphasig mit der Bezugsspannung ist (Fig. 10, Ziff. 2).

Diese Zusammenhänge werden schaltungstechnisch ausgenutzt, um die Steuerbefehle eindeutig zuzuordnen.

Die Bezugswechselspannung  $U_0$  erzeugt bei jedem Nulldurchgang einen Impuls (Fig. 10, Ziff. 1). Dabei wird zwischen ansteigender ( $J_a$ ) und abfallender Flanke ( $J_b$ ) unter-

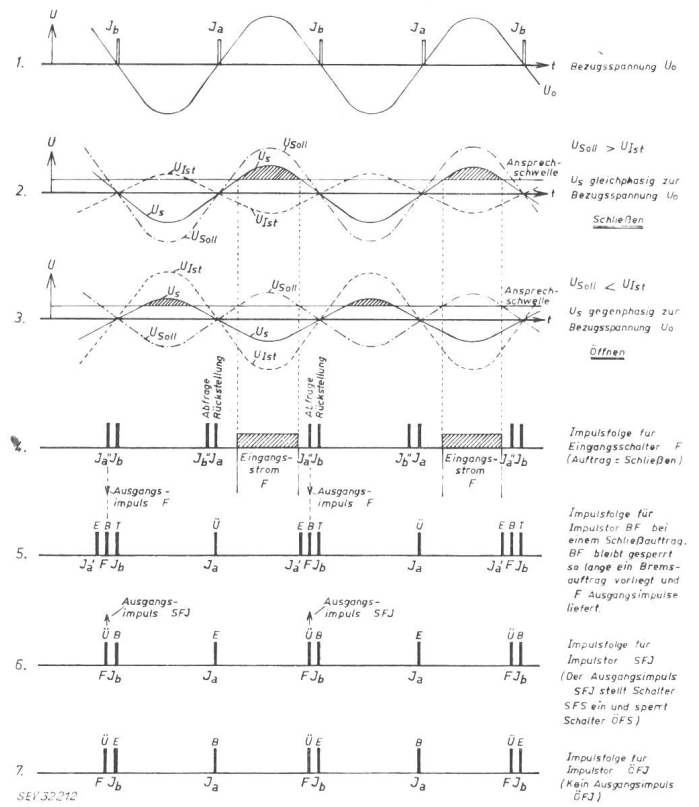


Fig. 10  
Impulsfolge bei der Bremskraftregelung

$U_0$  Bezugsspannung;  $U_{Soll}$  Sollwertspannung;  $U_{Ist}$  Istwertspannung;  $U_s$  Steuerspannung;  $B$  Blockierimpuls;  $E$  Einstellimpuls;  $\ddot{U}$  Übertragimpuls;  $T$  Treiberimpuls;  $J_a$  Nulldurchgangsimpuls der Bezugsspannung  $U_0$ , negativ-positiv;  $J_b$  wie vor, positiv-negativ;  $J_a'/J_b'$  Impuls bei Abklingen des Impulses  $J_a/J_b$ ;  $J_a''/J_b''$  Impuls bei Abklingen des Impulses  $J_a'/J_b'$

schieden. Da die Steuerspannung für den Schliessauftrag gleichphasig mit der Bezugsspannung ist, müssen beim Schliessen die Steuerimpulse zwischen einem  $J_a$ -Impuls und einem  $J_b$ -Impuls auftreten, weil nur dann die positive Halbwelle von  $U_s$  die Ansprechschwelle überschreitet. Bei der gegenphasigen Steuerspannung für das Öffnen treten die Steuerimpulse dagegen zwischen einem  $J_b$ -Impuls und einem  $J_a$ -Impuls auf. Die sich aus dem Vergleich von Bezugsspannung mit Steuerspannung ergebende Impulsfolge ist das Kriterium für die Bewegungsrichtung der Bremsträger.

#### 4.5.3 Ansteuerung der Steuerschieber

Die Bremsträger müssen sehr schnell bewegt werden. Um dabei ein Überschwingen der Bremse zu verhindern, sind beim Öldruckantrieb Fein- und Grobschieber vorgesehen. Bei kleinen Veränderungen der Bremsrille wird nur der Feinschieber angeschaltet, bei grösseren ist auch der Grobschieber wirksam.

Da beim Öffnen und Schliessen der Bremse unterschiedliche Widerstände zu überwinden sind, wird in der schaltungstechnischen Ausführung beim Anschalten der Grobstufe zwischen einem Schliessauftrag und einem Öffnungsauftrag unterschieden.

Die Wirkungsweise der Bremskraftregelung ist aus Fig. 11 zu ersehen. Die Eingangsschalter  $F$ ,  $G1$  und  $G2$  entscheiden, ob die Feinstufe allein oder zusätzlich die Grobstufe angeschaltet werden muss. Die Impulstore  $\ddot{U}$  bestimmen, ob die Bremsrille geschlossen ( $SFJ$ ,  $SGJ$ ) oder geöffnet ( $\ddot{O}FJ$ ,  $\ddot{O}GJ$ ) werden soll.

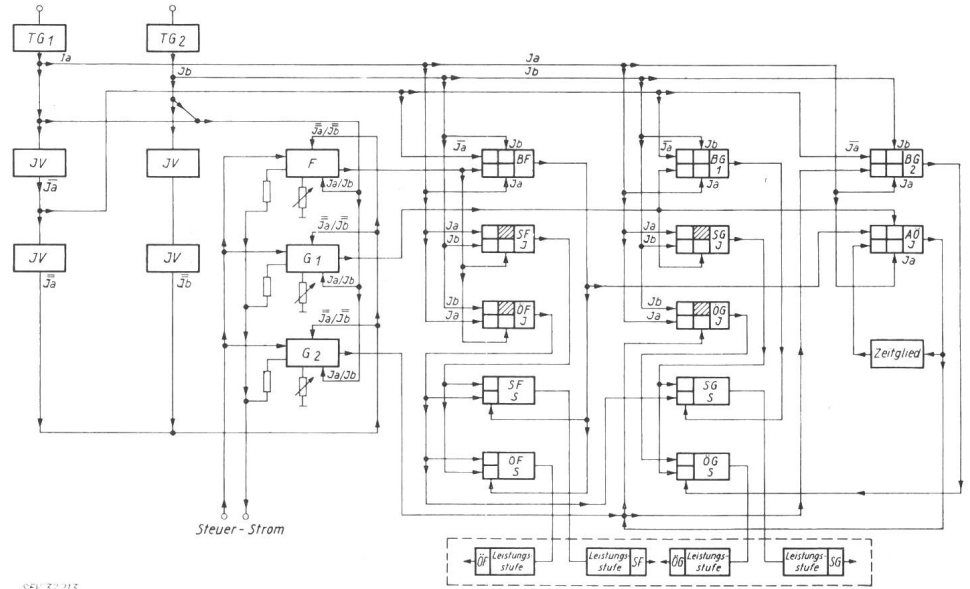
Fig. 11  
Bremskraftregelung

In der Bereitschaftsstellung liefern die drei Blockiertore *BF*, *BG1* und *BG2* ständig Ausgangsimpulse und sperren damit die nachgeschalteten Transfluxorschalter. Diese Tore werden laufend durch die von den Taktgebern *TG1* (*Ja*) und *TG2* (*Jb*) erzeugten Nulldurchgangsimpulse der Bezugsspannung  $U_0$  abgefragt.

Soll die Bremsrille verändert werden, so liefern die Eingangsschalter Ausgangsimpulse, die zusammen mit den Impulsen der Taktgeber *TG1* (*Ja*) und *TG2* (*Jb*) über Impulstore die zugehörigen Transfluxorschalter steuern. In welcher Reihenfolge die Impulse auftreten müssen, um die Bremsrille zu schliessen oder zu öffnen, soll für den Eingangsschalter *F* an Hand von Fig. 10 erläutert werden. Die Impulse *Ja* und *Jb* werden abwechselnd an den Rückstelleingang des Eingangsschalters *F* geführt und bereiten ihn für eine Abfrage durch den verzögerten *Ja*- bzw. *Jb*-Impuls vor. Ausgangsimpulse können aber nur auftreten, wenn der Eingangsstrom den eingestellten Schwellwert überschreitet. Wie aus den Ziffern 1...4 der Fig. 10 zu entnehmen ist, kann der Eingangsstrom (Steuerstrom) nicht in jeder Halbwelle, sondern nur nach einem *Ja*-Impuls (Schliessen) oder nach einem *Jb*-Impuls (Öffnen) die Ansprechschwelle überschreiten. Der Eingangsschalter liefert bei einem Schliessauftrag, nur dann Ausgangsimpulse, wenn Rückstellung und Abfrage durch *Ja*-Impulse erfolgen. Die *Jb*-Impulsfolge bleibt unwirksam. Umgekehrt sind beim Öffnungsauftrag *Jb*-Impulse notwendig, um einen Ausgangsimpuls zu erzeugen. Diese Ausgangsimpulse treten bei jeder vollen Phase einmal auf. Sie wirken auf die Blockierwicklungen des Tores *BF* und auf die Übertragwicklungen der Tore *SFJ* und *ÖFJ*. Das Tor *BF* wird blockiert und damit die Sperre der Transfluxorschalter *SFS* und *ÖFS* aufgehoben. Da der *F*-Impuls immer nach dem Einstellimpuls *Ja* eintrifft, bleibt *BF* blockiert (Ziff. 5). Die als Übertrag- bzw. Treiberimpuls ankommenden *Ja*- bzw. *Jb*-Impulse treffen auf ein blockiertes Tor.

Die Impulse aus dem Eingangsschalter *F* gehen gleichzeitig an die Übertragungseingänge der Einstelltores *SFJ* und *ÖFJ*. Da das Tor *SFJ* durch einen *Ja*-Impuls eingestellt wird, trifft der *F*-Impuls bei einem Schliessauftrag vor dem blockierenden *Jb*-Impuls ein, d. h. die Impulsfolge Blockieren-Einstellen-Übertragen wird gewahrt (Ziff. 6). Das Tor *SFJ* erzeugt einen Ausgangsimpuls, der den Schalter *SFS* einstellt und die Magnetspule des Feinschiebers «Öffnen» an Spannung legt.

Beim Einstelltor *ÖFJ* dagegen trifft bei einem Schliessauftrag der einstellende *Jb*-Impuls erst nach dem abfragenden Übertragungsimpuls ein, so dass *ÖFJ* keinen Ausgangsimpuls liefern kann (Fig. 10, Ziff. 7). Solange der Eingangsstrom die Ansprechgrenze überschreitet, liefert der Eingangsschalter *F* Ausgangsimpulse und sperrt damit immer



von neuem das Tor *BF*. Sobald der Soll-Istwert-Ausgleich erreicht ist, bleibt der *F*-Impuls aus. Das Tor *BF* bleibt eingestellt und schon der übernächste Treiberimpuls sperrt den Schalter *SFS*. Ähnlich ist die Schaltfolge, wenn der Eingangsschalter *G1* für einen Schliessauftrag anspricht.

Bei grösseren Veränderungen der Bremsrille in der Öffnungsrichtung wird unterschieden, ob sich die Veränderung auf 2 oder mehr Bremsstufen erstreckt. Bei einer Veränderung um zwei Stufen spricht nur der Eingangsschalter *G1* an. Der Ausgangsimpuls von *G1* blockiert nur das Tor *BG1*. Dieses Tor hat aber auf den Schalter *ÖGS* keinen Einfluss, der daher zunächst gesperrt bleibt. Der Ausgangsimpuls von *G1* fragt aber als Treiberimpuls das vorbereitete Impulstor *AÖJ* ab. Die Ausgangsimpulse von *AÖJ* blockieren das Tor *BG2*, welches jetzt den Schalter *ÖGS* für die Einstellung freigibt. Der Einstellimpuls für diesen Schalter wird von *ÖGJ* geliefert. Das Tor *AÖJ* wird nach einer durch ein Zeitglied bestimmten Frist wieder blockiert. Damit wird die Sperrung des Tores *BG2* aufgehoben; das Tor kommt in Grundstellung und sperrt den Schalter *ÖGS* wieder.

Soll die Bremsrille um mehr als 2 Stufen geöffnet werden, so spricht ausser *G1* noch der Eingangsschalter *G2* an. Er arbeitet sinngemäss wie der Eingangsschalter *G1* beim Schliessauftrag.

Die Magnetspulen der Steuerschieber zum Öffnen und Schliessen der Bremse, getrennt nach Fein- und Grobstufen, werden über Leistungsstufen gesteuert.

#### 4.6 Die Geschwindigkeitsregelung

Die Geschwindigkeitsregelung, die in bistabiler Kippkreistechnik ausgeführt ist, wurde bereits an anderer Stelle eingehend erläutert; daher darf hier auf die entsprechende Literatur verwiesen werden [5].

### 5. Technische Ausführung

Die Steuerschränke der Elektronik sind in Fig. 12 wiedergegeben. Je zwei Steuerungen finden Platz in einem Schrank. Man erkennt oben die Klemmenanschlüsse und das Sicherungsfeld. Darunter befinden sich die Netzteile für die Bremskraftregelung der beiden Bremsen. Die in den näch-

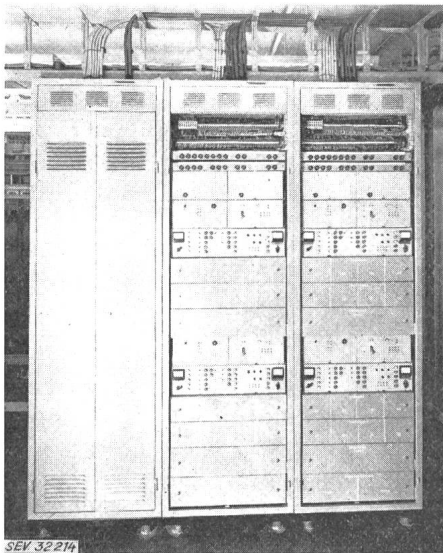


Fig. 12  
Elektronische Steuerschränke für 4 Gleisbremsen

sten fünf Reihen folgenden Gruppen gehören zur ersten Bremse, die fünf weiteren zur zweiten. Es folgen zunächst die Funktionsgruppen der Gewichtsmessung mit Netzteil und Abgleichvorrichtungen, Oszillator, Messverstärker und Auswertung. Über der ganzen Schrankbreite angeordnet ist dann das Prüf- und Einstellfeld zu erkennen. Die nächste Reihe enthält die Funktionseinheiten des Bremsstufenspeichers mit Eingabe-, Gewichtsstufenimpuls-, Speicher- und Bremsstufenausgabegruppe. Darunter folgen zunächst die Einheiten der Bremskraftregelung mit Generator- und Bremskraftgruppe. Neben diesen sind die Leistungsstufe und die Achszählgruppe untergebracht. Die in dieser Reihe angeordneten Funktionseinheiten zeigt in geöffnetem Zustand Fig. 13. Eine Gruppe enthält bis zu fünf steckbare elektronische Platten-Baugruppen in gedruckter Schaltung. Wie an der herausgezogenen Platte der Bremskraftregelgruppe zu erkennen ist, werden die Ringkerne und Transfluxoren durch aufgesteckte Plastikhüllen geschützt. Die Transistoren sind auf kleinen Sockeln befestigt. Unterhalb der elektronischen Funktionseinheiten ist noch die in Relais-technik ausgeführte Einschaltgruppe angeordnet.

## 6. Bisherige Erfahrungen

Die Ende 1961 in Betrieb genommenen elektronischen Steuersysteme haben sich in der stark belasteten Ablaufanlage des Süd—Nord-Systems im Rangierbahnhof Gremberg bisher als betriebszuverlässig erwiesen. Mit der neuen elektronisch gesteuerten Gleisbremsenanlage konnte die Rangierarbeit verbessert und die Bedienung der Gleisbremsen vereinfacht werden.

Die verwendete Elektronik zeichnet sich aus durch geringe Wartung und Störanfälligkeit infolge kontaktloser,

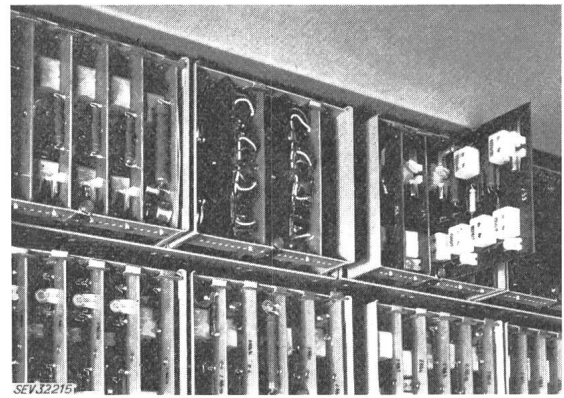


Fig. 13

### Geöffnete Funktionseinheiten

obere Reihe: Gewichtsspeicher; untere Reihe von links: Bremskraftregelgruppe, Leistungsstufe, Achszählung

verschleißsfreier Arbeitsweise, durch geringen Leistungsverbrauch und durch kleine Abmessungen der Funktionseinheiten.

Weitere Steuerungen, die nach diesem System arbeiten, sind in einigen Rangierbahnhöfen der DB, wie Seelze (Bez. Hannover), Mannheim, Köln-Kalk-Nord und einigen anderen, z. Z. in Bau oder in der Planung. Sie erhalten auch Dopplerradargeräte zum selbsttätigen geschwindigkeitsabhängigen Lösen der Bremsen.

## Literatur

- [1] *Born, E.*: Die Balkengleisbremsen Bauart W. Eisenbahntechn. Rdsch. (ETR), Sonderausg. 12(1960), Sept. = Rangiertechn. H. 20, S. 24...29.
- [2] *Delpy, A.*: Bedeutung und Aufgaben der elektronischen Gleisbremsensteuerung. Signal u. Draht 52(1960)3, S. 41...48.
- [3] *Delpy, A.*: Die elektronische Steuerautomatik der Balkengleisbremsen Bauart W. Eisenbahntechn. Rdsch. (ETR), Sonderausg. 12(1960), Sept. = Rangiertechn. H. 20, S. 29...49.
- [4] *Lang, M. und J. Rempka*: Aufbau der elektronischen Gleisbremsensteuerung Bauform Siemens & Halske A.-G. Signal u. Draht 52(1960)3, S. 49...57.
- [5] *Delpy, A. und A. Walter*: Gleisbremsensteuerautomatik zur selbsttätigen Geschwindigkeitsregelung ablaufender Wagen bei der Zugzerlegung in Rangierbahnhöfen. Eisenbahntechn. Rdsch. (ETR), Sonderausg. 15(1960), Nov. = Rangiertechn. H. 22, S. 58...72.
- [6] *Lueg, H., W. Schallehn und H. Toedter*: Das Telefunken-Verkehrsradar. ETZ -B 10(1958)10, S. 385...390.
- [7] *Delpy, A.*: Radargesteuerte Balkengleisbremsen im Rangierbahnhof Duisburg-Wedau. Signal u. Draht 54(1962)4, S. 69...72.
- [8] *Rajchman, J. A. und A. W. Lo*: The Transfluxor — a Magnetic Gate with Stored Variable Setting. RCA Rev. 16(1955)2, S. 303...311.
- [9] *Darré, A.*: Abfragen magnetischer Speicher ohne Informationsverlust. Frequenz 11(1957)1, S. 19...27; 2, 38...42.
- [10] *Schreiber, F.*: Anwendung der Karnaugh'schen Spiegelsymbolik auf Transfluxoren. Frequenz 15(1961)2, S. 58...61.

### Adressen der Autoren:

Dr.-Ing. *A. Delpy*, Bundesbahnrat beim Bundesbahn-Zentralamt München, Arnulfstrasse 19, München 2 (Deutschland); Ing. *G. Olzowy*, technischer Bundesbahn-Amtmann beim Bundesbahn-Zentralamt München, Arnulfstrasse 19, München 2 (Deutschland).