

## Möglichkeiten der Gleichlaufhaltung von Hauptuhren

von GUSTAV LEINER

# Möglichkeiten der Gleichlauf-haltung von Hauptuhren\*)

Von Gustav Leiner

Um überall im Bereich der Deutschen Bundesbahn (DB) zuverlässig dieselbe Zeitangabe zu erhalten, muß durch besondere Maßnahmen dafür gesorgt werden, daß die Hauptuhren, welche die Nebenuhren fortstellen, keinen Gangunterschied untereinander aufweisen. Um dies zu erreichen, müssen sie aber miteinander im Gleichlauf erhalten werden.

## I. Arten der Hauptuhren-Gleichlaufhaltung

Gegenwärtig sind folgende drei Verfahren für die Hauptuhren-Gleichlaufhaltung bekannt:

- A. Bei der bisher angewandten Gleichstellung werden die im Gleichlauf zu haltenden Hauptuhren in größeren Zeitabständen – z. B. täglich einmal durch das MEZ-Zeichen oder von Hand – sofort oder ggf. allmählich auf die richtige Zeit gleichgestellt. Dann laufen die Hauptuhren bis zur nächsten Gleichstellung mit ihrer eigenen Ganggenauigkeit weiter.
- B. Bei der bisher benützten Synchronisierung wird eine Hauptuhr von einer zweiten dauernd so genau im Gleichlauf erhalten, daß ihre Pendel ständig im gleichen Takt schwingen.
- C. Bei der künftig verwendeten Regulierung (erster Vorschlag kam von BD Hamburg) wird alle zwei Minuten überprüft, ob der Gang der im Gleichlauf zu haltenden Hauptuhr mit dem der taktgebenden Hauptuhr übereinstimmt. Gangabweichungen werden allmählich dadurch ausgeglichen, daß das Pendel jeweils eine Minute lang etwas beschleunigt oder verzögert wird.

## II. Ausführung und Wirkungsweise der Gleichlauf-verfahren

Bevor auf die Anwendung dieser Verfahren im Uhrennetz der DB eingegangen wird, soll zunächst

ihre Ausführung und Wirkungsweise kurz erläutert werden.

### A. Hauptuhren-Gleichstellung

Hier muß zwischen selbstdäigter und Handgleichstellung unterschieden werden.

#### a) Selbstdäigte Hauptuhren-Gleichstellung

1. Dazu wurden noch vor kurzem nur Hauptuhren mit eingebautem MEZ-Sofortgleichstellsatz (z.B. Ausf. TN nach Bild 1a und b) beschafft. Mit dem MEZ-Zeichen konnte in Schaltanordnung nach Bild 2 ein Gangunterschied von max.  $\pm 20$  s ausgeglichen werden. Die Gleichstellgenauigkeit beträgt dabei etwa 1–2 s.

Statt des MEZ-Zeichen von Hamburg aus zu übertragen, kann man es auch durch ein Kurzzeitzeichen ersetzen, das von einem Zeitzeichengeber ausgesandt wird. Dieser läßt sich wie eine Nebenuhr an eine möglichst nahe gelegene, im Gleichlauf gehaltene Hauptuhr oder auch an ein Stromstoßuhrenrelais einer Fernsteuerstrecke anschließen. Der Zeitzeichengeber enthält ein Nebenuhrentriebwerk, das statt der Zeiger zwei Nockenscheiben trägt. Diese lösen mit ihren Kontakten einmal am Tage zu einer beliebig einstellbaren Minute ein eine Minute andauerndes Kurzzeitzeichen aus; dieses wird dann zur gleichzustellenden Hauptuhr hin übertragen. Das erste Ausfallmuster des Zeitzeichengebers wird gegenwärtig erprobt.

2. Fa. TN hat auch eine allmählich wirkende Funkzeitzeichen-Gleichstelleinrichtung herausgebracht. Damit läßt sich eine mit dem später erwähnten Pendelreguliersystem ausgerüstete Hauptuhr mit einem zu bestimmten vollen Stunden ausgestrahlten Funkzeitzeichen selbstdäiggleichstellen. Eine solche Gleichstelleinrichtung schaltet den zugehörigen Funkempfänger jeweils kurz vor der Aussendung des Funkzeitzeichens ein. Bei dessen Eingang wird sowohl Richtung als auch Größe der Gangabweichung zwischen Beginn des Uhrengleichstromimpulses der gleichzustellenden Hauptuhr und dem letzten (sechsten) Ton des Funkzeitzeichens ermittelt; sodann wird der Funkempfänger wieder abgeschaltet. Eine Relaiskombination in der Gleichstelleinrichtung stellt nunmehr den Gleichstellegleichstrom im Pendelreguliersystem entsprechend Richtung und Größe der festgestellten Gangabweichung derart ein, daß diese nach einer bestimmten Zeit (z. B. nach einigen Stunden) ausgeglichen ist. Dann wird die Gleichstelleinrichtung wieder abgeschaltet.

\*) Nach einem Vortrag auf der Tagung der Fernmeldedezernenten der DB in Stuttgart, Juni 1959 (Text wurde nach dem Stand Ende 1961 berichtet).

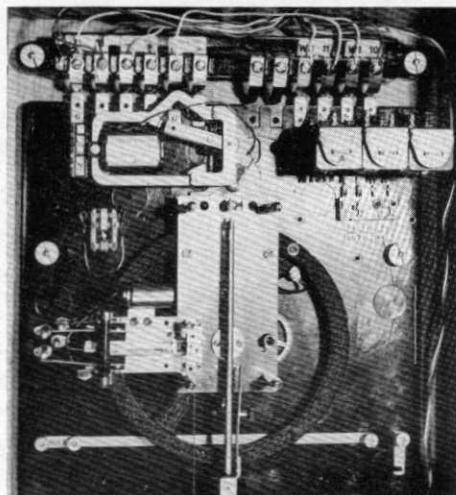
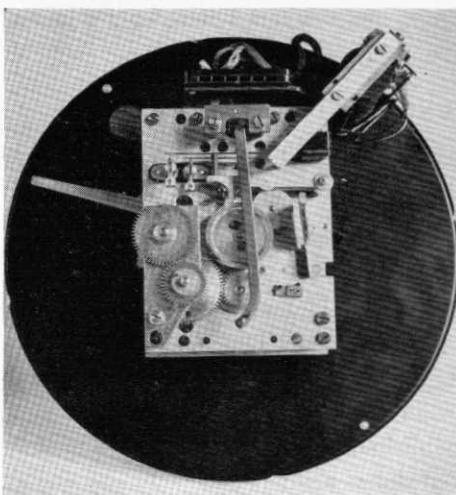


BILD 1

Hauptuhr mit Kontaktlaufwerk und MEZ-Gleichstellzusatz (Ausführung Fa. TN)  
a) – links – Rückseitige Ansicht des Hauptuhr-Antriebswerks mit Gleichstellmagnet und den beiden MEZ-Kontakten

b) – rechts – Hauptuhr-Antriebswerk (Zifferblatt abgenommen) mit Kontaktlaufwerk, Aufzugsmagnet und mit drei Relais für MEZ-Gleichstellung

Soweit Drahtleitungen zur Verfügung stehen, wird man die anschließend beschriebene, preiswertere und genauer arbeitende Gleichlaufregulierung bevorzugen. Aber selbst wenn Drahtleitungen fehlen, wird man auf die Funkzeitzeichen-Gleichstellereinrichtung wegen ihres größeren Aufwandes evtl. nur in Ausnahmefällen zurückgreifen.

#### b) Hauptuhren-Gleichstellung von Hand

Im Gegensatz zu der selbsttätigen Gleichstellung kann man eine Hauptuhr auch unter Abhören der Zeitansage zu einer beliebigen vollen Minute örtlich von Hand auf die richtige Zeit gleichstellen.

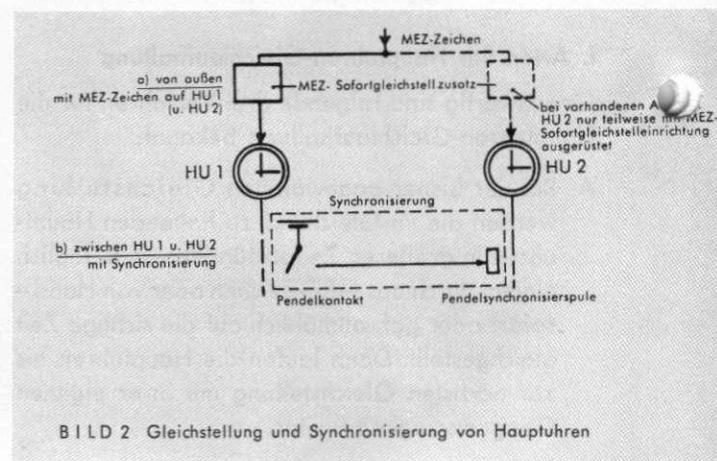


BILD 2 Gleichstellung und Synchronisierung von Hauptuhren

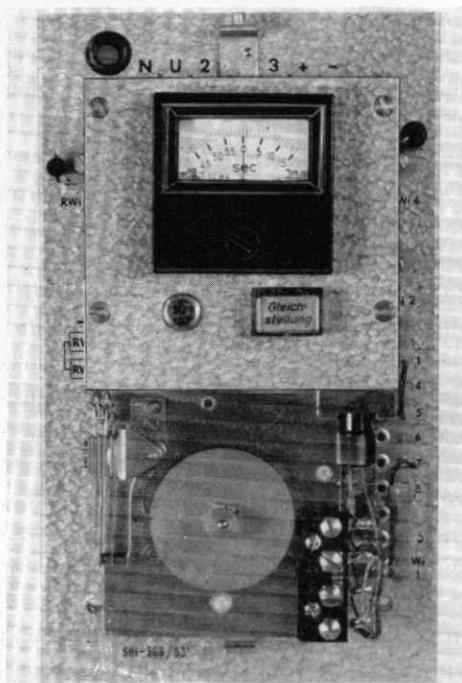


BILD 3

Handgleichstellzusatz – HGZ  
(Ausführung Firma TN)  
a) – links – geöffnet  
b) – rechts – geschlossen

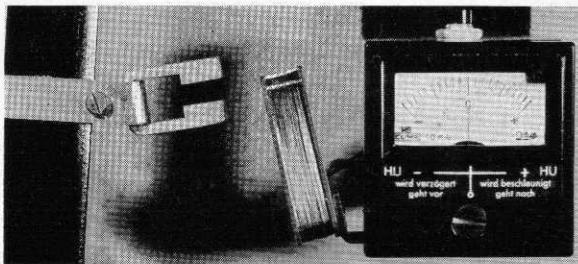


BILD 4 Pendelreguliersystem – PRS – (Ausführung Firma TN)

1. Dazu wurden zuletzt Hauptuhren mit eingebautem MEZ-Gleichstellzusatz (z. B. nach Bild 1) verwendet; dieser wird dazu so umgeschaltet, daß

dann wird der Handgleichstellzusatz durch Tastendruck eingeschaltet und ein Instrumentenzeiger durch Verdrehen eines Steckschlüssels mit zwei Drehwiderständen auf dieselbe Sekunde gestellt. Damit ist der in der Regulierspule fließende Gleichstell-Gleichstrom nach Größe und Richtung so eingestellt, daß das Pendel derart beschleunigt oder verzögert wird, daß der Gangunterschied nach sechs Stunden bei selbsttätiger Abschaltung wieder ausgeglichen ist. Diese Abschaltung besorgt ein beim Anschalten in Betrieb gesetztes Nebenuhrwerk mit von seinen Nockenscheiben gesteuerten Kontakten. Bei Einbau des Handgleichstellzusatzes

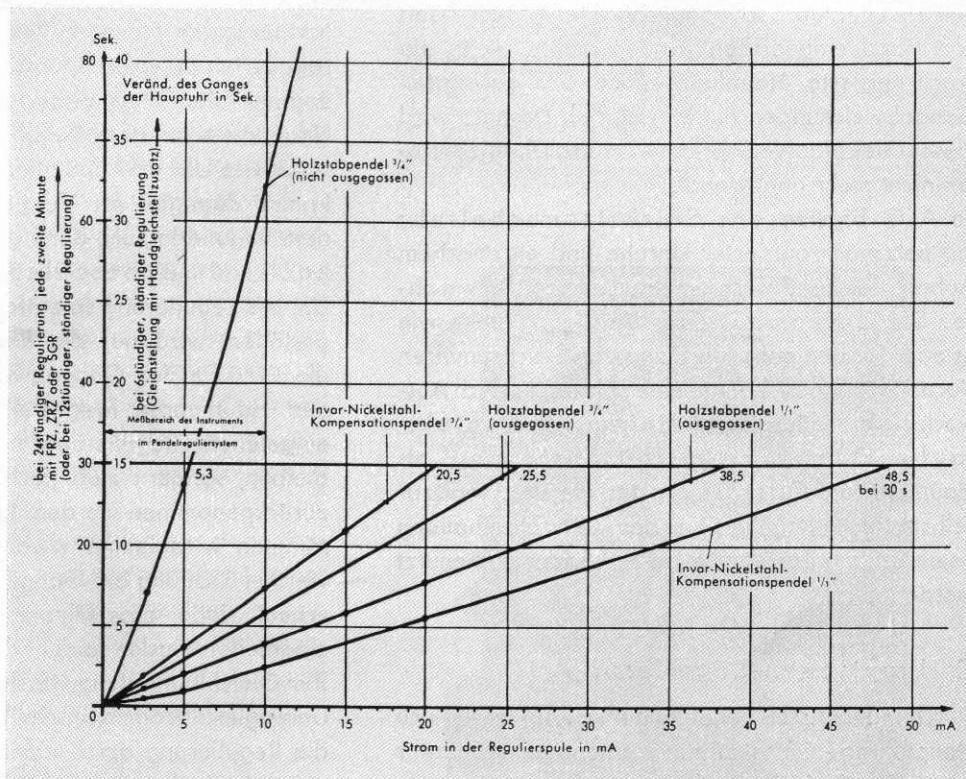


BILD 5

Hauptuhren - Gangänderung abhängig von Reguliergleichstrom und Pendelausführung

die Gleichstellung statt durch das MEZ-Zeichen jetzt mit Tastendruck ausgelöst wird. Wegen der subjektiven Fehler wird die Gleichstellgenauigkeit nicht besser sein als bei der selbsttätigen Gleichstellung.

2. Neu beschaffte Hauptuhren mit dem später noch erläuterten Pendelreguliersystem lassen sich ebenso mittels eines Handgleichstellzusatzes nach Bild 3a und b zu einer beliebigen Zeit von Hand gleichstellen. Dabei muß man lediglich beobachten, auf welcher Sekunde der Sekundenzeiger der gleichzustellenden Hauptuhr steht, wenn die Zeitansage den Ton für die volle Minute gibt;

muß einmalig der in der Regulierspule bei Instrumentvollausschlag (45 oder 15 s) fließende Gleichstell-Gleichstrom je nach Pendelausführung auf den in Bild 5 angegebenen Wert eingestellt werden. Dieser von TN zusammen mit der DB entwickelte Handgleichstellzusatz wurde erprobt; er wird z. Z. gefertigt.

Die Handgleichstellung soll aber nur als vorläufiger Behelf dienen, solange sich noch nicht alle Hauptuhren selbsttätig im Gleichlauf erhalten lassen. Denn an allen Orten, wo keine Fernmeldeunterhaltungskräfte wohnen, müßten die Hauptuhren durch Betriebsbedienstete von Hand gleich-

gestellt werden. Ob diese das regelmäßig und ordnungsgemäß ausführen, ist nicht immer gewährleistet. Es wäre aber ein Rückschritt, eine bisher selbsttätig arbeitende Hauptuhren-Gleichstellung durch eine solche von Hand ersetzen zu wollen.

### B. Hauptuhren-Synchronisierung

Sie diente bisher nur zur Gleichlaufhaltung der beiden Hauptuhren von Uhrenzentralen. Nach Bild 2 wurde durch magnetische Beeinflussung des Pendels der Reservehauptuhr mit einem vom Pendelkontakt der Betriebshauptuhr betätigten Magnet erzwungen, daß das Pendel der Reservehauptuhr genau im gleichen Takt mit jenem der Betriebshauptuhr schwang. Nachteilig war, daß von Hand eingegriffen werden mußte, wenn die synchronisierte Hauptuhr schon bei geringsten Gangabweichungen außer Tritt fiel. Deshalb wird dieses Gleichlaufverfahren bei neuen Uhrenzentralen nicht mehr angewandt.

Fa. AEG brachte eine Starkstromschaltuhr mit netzsynchronisierter Unruhe und elektrischem Aufzug heraus. Sofern ein frequenzüberwachtes Starkstromnetz zur Verfügung steht, wie es auch für den genauen Gang von Synchronuhren Voraussetzung ist, könnte eine solche Uhr nach Auswechslung der Schaltkontakte gegen ein Kontaktlaufwerk mit Präzisionsauslösung als Hauptuhr an Orten eingesetzt werden, wo zur selbsttätigen Regulierung der Gleichlaufhaltung keine Leitung zur Verfügung steht oder mitbenutzt werden kann.

### C. Hauptuhren-Regulierung

Durch magnetische Pendelbeeinflussung lassen sich Hauptuhren ständig oder mindestens zeitweise sehr genau im Gleichlauf erhalten; außerdem vermag dieses Verfahren im Gegensatz zur Synchronisierung auch Gangunterschiede bis zu  $\pm 30\text{ s}$  allmählich selbsttätig auszugleichen.

Zur magnetischen Beeinflussung der Pendel wird eine von Dr. Treusein vom Deutschen Hydrographischen Institut Hamburg vorgeschlagene Ausführung angewandt. Dabei greift ein am Pendel befestigter Magnet bei jeder Pendelschwingung über einen Spulenrahmen hinweg. Diese im Bild 4 dargestellte Ausführung wird als Pendelreguliersystem bezeichnet.

Wird die Spule von einem am eingebauten Instrument nach Größe und Richtung angezeigten Gleichstrom durchflossen, so wird der Magnet je

nach der Stromrichtung von der Spule kaum merklich angezogen oder abgestoßen. Dadurch wird der Gang der Hauptuhr allmählich verzögert oder beschleunigt. Mit einem Reguliergleichstrom von 10 mA kann der Gang einer Hauptuhr je nach Pendelausführung und Gewicht nach Bild 5 täglich um 5–60 s verändert werden.

Zu diesem Pendelreguliersystem mußten nun Einrichtungen entwickelt werden, welche die Richtung des Gangunterschiedes zwischen der taktgebenden und der regulierten Hauptuhr ermitteln und danach die Richtung des Reguliergleichstroms in der Regulierspule einstellen. Die Richtung der Gangabweichung hängt dabei folgendermaßen von der Reihenfolge der Impulse der taktgebenden Hauptuhr (Regulierimpuls) und der regulierten Hauptuhr (Vergleichsimpuls) ab:

Beginnt der Vergleichsimpuls der regulierten Hauptuhr vor dem Regulierimpuls, so geht die regulierte Uhr vor und muß verzögert werden; kommt dagegen der Vergleichsimpuls erst nach dem Regulierimpuls, dann geht die regulierte Uhr nach und muß beschleunigt werden.

Um die Regulierung so einfach wie nur möglich zu gestalten, wird nur die Richtung aber nicht die Größe der Gangabweichung zwischen beiden Hauptuhren festgestellt. Deshalb darf eine eingeleitete Regulierung nicht ständig bestehen bleiben, sondern muß nach einer Minute wieder zurückgenommen werden. In Abständen von zwei Minuten wird immer wieder geprüft, ob und in welcher Richtung ein Gangunterschied besteht und erneut wieder eine Minute lang eine Regulierung eingeleitet werden muß.

Zur Gleichlaufhaltung werden die polwechselnden Uhrengleichstromimpulse mitverwendet. Dabei wird die Regulierung durch einen Plusimpuls (Minutenzeiger steht bei Impulsgabe auf gerader Minute) eingeleitet und durch einen Minusimpuls zurückgenommen (Minutenzeiger steht bei Impulsgabe auf ungerader Minute).

Die zur Gleichlaufhaltung entwickelten und aus mehreren Relais aufgebauten Regulierzusätze arbeiten nach Bild 6 etwa folgendermaßen:

Auf den ersten eintreffenden Regulier- oder Vergleichsimpuls spricht entweder Relais A oder B über Sperrzellen an, hält sich während der Regulierung, schließt das andere Relais B (oder A) kurz und stellt die zugehörige Richtung des Reguliergleichstroms ein. Damit wird nach der Reihenfolge der eingehenden Impulse die Regulierungsrichtung bestimmt.

Zum Schutz gegen Impulsausfall darf die Regulierung erst eingeleitet werden, nachdem beide Impulse eingegangen sind. Dies besorgt das C-Relais, dessen eine Anzugswicklung bei Kurzschluß vom A- oder B-Relais freigegeben wird. C spricht damit stets erst auf den zweiten eingehenden Impuls an, hält sich während der Regulierung über den vom Relais A oder B vorbereiteten Haltekreis und schaltet den Regulierstromkreis vorbereitend an.

Zum Schutz gegen Dauerimpulse wird die Regulierung erst eingeleitet, nachdem der zweite eingehende Impuls beendet ist. Dies geschieht durch Relais H, das auf die Dauer beider Impulse den Regulierstromkreis unterbricht (nur beim Fernregulierzusatz angewandt).

Kommen die Impulse gleichzeitig, so ziehen A und B an und halten sich, bevor sie sich ihre Anzugswicklungen gegenseitig abschalten. Der Regulierstromkreis bleibt dann weiter kurzgeschlossen, da die Kontakte von A und B umgelegt sind. Damit eine Hauptuhr nicht durch eine versehentlich bestehendenbleibende Regulierung verreguliert werden kann, wird diese von beiden Hauptuhren aus mit Relais R (das über die Sperrzellen nur auf Minusimpulse anspricht) zurückgenommen. Es unterbricht die Haltestromkreise von A oder B und trennt mit deren Abfall den Regulierstromkreis auf; der Haltekreis von C wird durch Abwurf von A oder B unterbrochen.

Bei Regulierung von außen werden zur doppelten Regulierungsrücknahme beide Hauptuhren einer Uhrenzentrale verwendet, bei einzelnen Hauptuhren zusätzlich der nachfolgende Regulierimpuls. Nach diesem Prinzip wurden von Fa. TN zusammen mit der DB folgende Regulierzusätze entwickelt:

#### a) der Zentralenregulierzusatz (Bild 7)

Er wird für die ständige Gleichlaufhaltung der Hauptuhren einer Zentrale verwendet und ersetzt die bisherige Synchronisierung. Durch zwei Umschaltrelais sorgt der Zentralenregulierzusatz nach Bild 8 außerdem dafür, daß bei Ausfall von Hauptuhr 1 nunmehr Hauptuhr 2 von außen im Gleichlauf gehalten wird und diese wiederum Hauptuhr 1 reguliert.

#### b) Der Fernregulierzusatz (Bild 9a und b)

Dieser dient zur Gleichlaufhaltung von Hauptuhren über besondere Leitungskreise hinweg. Er muß eine Reihe weiterer Bedingungen erfüllen, vor allem muß er verschiedene Anschaltmöglichkeiten zu-

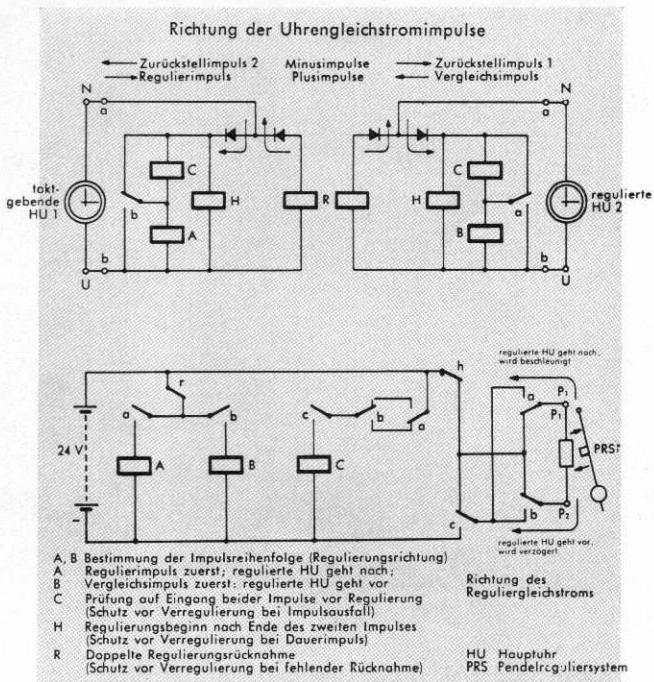


BILD 6 Hauptuhrenregulierzusatz (Schaltungsauszug)

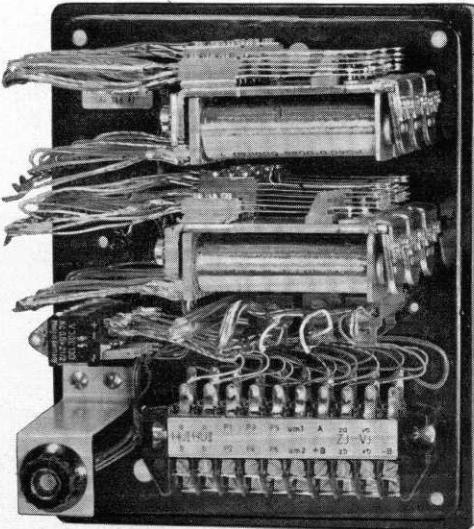
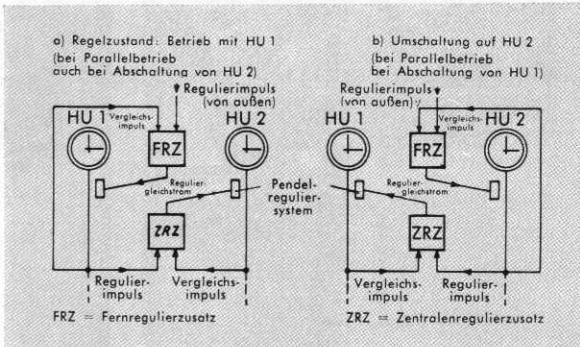


BILD 7 Zentralenregulierzusatz - ZRZ - (Ausführung Firma TN)

BILD 8 Fern- und Zentralenregulierzusätze in Uhrenzentralen



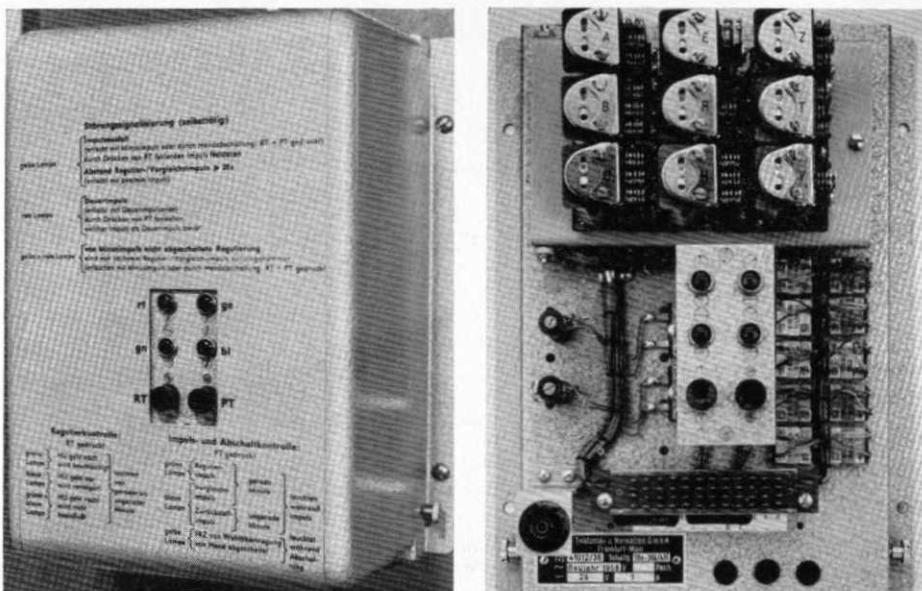


BILD 9

Fernregulierzusatz - FRZ -

(Ausführung Firma TN)

a) – links – geschlossen

b) – rechts – geöffnet

lassen und bei zeitweiser Regulierung über mitbenützte Fernsprech-/Fernschreibverbindungen die Regulierung so lange abschalten, wie diese Verbindungen belegt sind. Außerdem müssen sich von Hand mit Tasten und Lampen Impulseingang und Regulierzustand sowie die Abschaltung bei zeitweiser Regulierung kontrollieren lassen. Ferner werden Störungen der Gleichlaufhaltung durch Dauerimpuls, Impulsausfall, zu großen Impulsdistanz oder fehlende Regulierungsrücknahme mit diesen Lampen selbsttätig angezeigt. Schließlich können Zeitdifferenzen, die bei der Übertragung

der Regulierimpulse durch Laufzeiten und Relaisumschlagzeiten entstehen, durch ein Relais mit veränderlicher Abfallverzögerung ausgeglichen werden.

Unter der Voraussetzung, daß nach Bild 10a und 10b Hauptuhren mit Pendelkontakt und Schrittschaltwerk der Ausführung von Fa. TN verwendet werden, lassen sich mit beiden Regulierzusätzen Hauptuhren auf  $\pm 0,02$  s genau im Gleichlauf halten. Beide Regulierzusätze sind fertig entwickelt und erprobt; sie werden bereits gefertigt und eingesetzt.

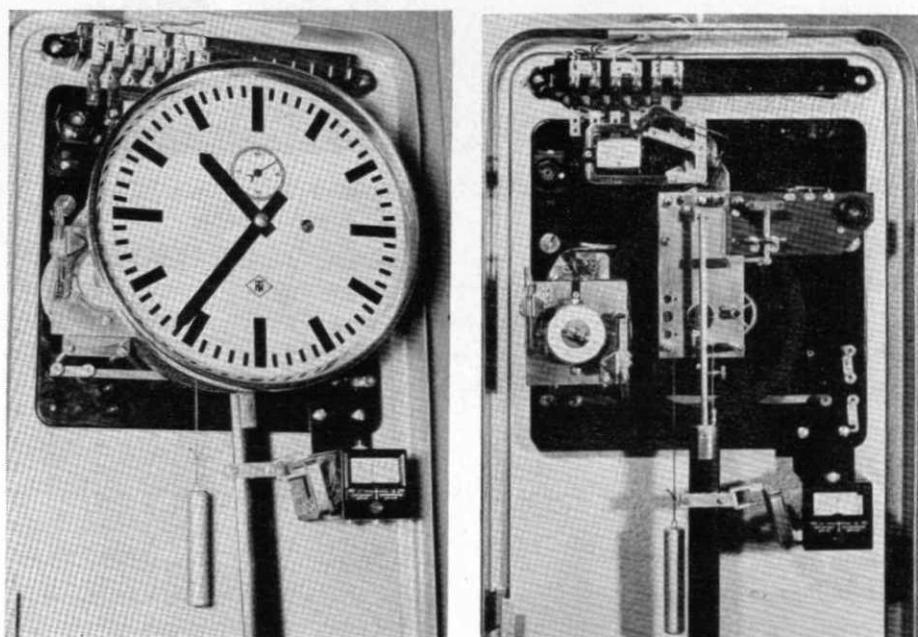


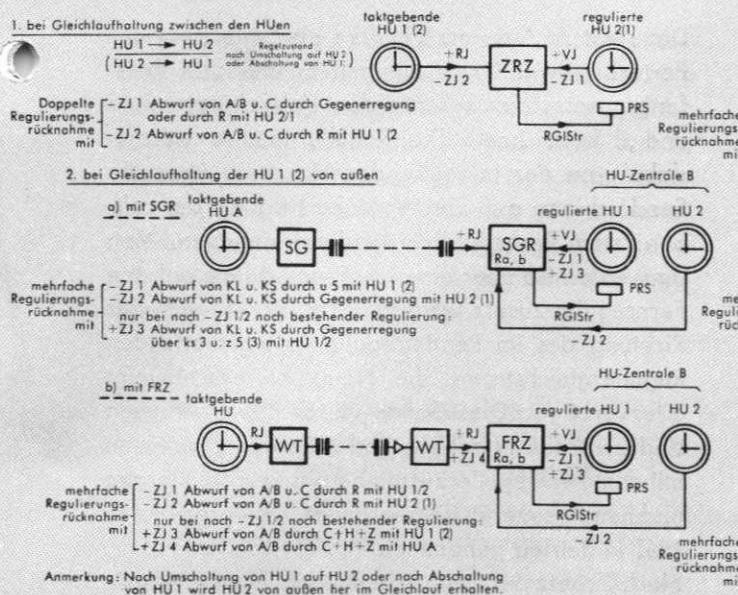
BILD 10

Hauptuhr mit Pendelkontakt, Schrittschaltwerk, Pendelreguliersystem u. Dauerimpuls-Abschaltzusatz (Ausführung Firma TN)

a) – links – mit Zifferblatt

b) – rechts – ohne Zifferblatt

### A) Regulierung in HU-Zentrale



### B) Regulierung bei einzelner HU

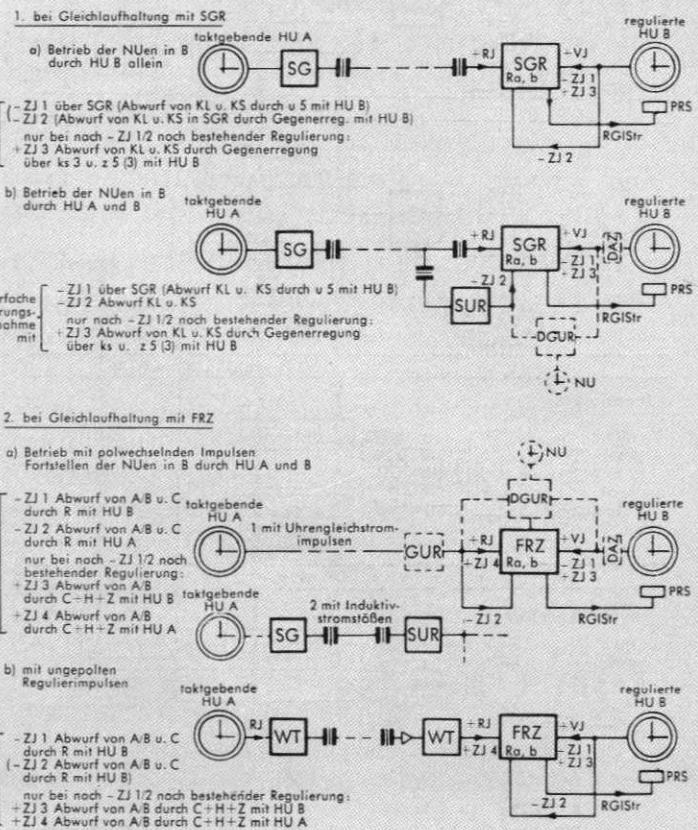


BILD 11 Einsatzmöglichkeiten von Regulierzusätzen

### c) Gleichlaufhaltung mit Stromstoßgeber mit Gleichlaufregulierung\*)

Die Hauptuhren längs Strecken mit doppelseitiger Stromstoßuhrenfernsteuerung werden mit den für die Hauptuhren-Regulierung ergänzten Stromstoßgebern gleichzeitig im Gleichlauf erhalten. Da aber hier die Stromstoße nur nacheinander aufgenommen werden können, kommt man nur auf eine geringere Gleichlaufgenauigkeit von 0,2 s.

Wie diese drei Regulierzusätze grundsätzlich eingesetzt werden können, ist im Bild 11 im einzelnen dargestellt. Hinsichtlich der doppelten Regulierungs- rücknahme muß bei der Gleichlaufhaltung von außen dabei zwischen der Regulierung von Hauptuhren in Uhrenzentralen und von einzelnen Hauptuhren unterschieden werden. Denn im ersten Fall wird zur zweiten Regulierungsrücknahme stets der folgende Minusimpuls der zweiten Hauptuhr

herangezogen, im zweiten Fall dagegen der nächste Regulierimpuls, sofern er ungepolt übertragen wird.

### III. Einsatz der Hauptuhren-Gleichlaufverfahren im Uhrennetz der DB

Mit den erläuterten Einrichtungen ist vorgesehen, die Hauptuhren im Bereich der DB wie folgt im Gleichlauf zu erhalten:

#### 1. Hauptuhren-Gleichlaufhaltung im Großnetz mit magnetischer Pendelregulierung

##### a) Ständige Gleichlaufhaltung der Uhrenzentralen

Von Hamburg nach Essen und zwischen den drei Großnetzknoten wurden nach Bild 12 eigene WT-Kanäle zur Verfügung gestellt. Ausgangspunkt ist die Uhrenzentrale Hamburg, deren Hauptuhren vom Deutschen Hydrographischen Institut aus auf  $\pm 0,01$  s genau ständig im Gleichlauf erhalten werden. Bei Störungen des WT-Kanals nach Ham-

\*) Siehe Aufsatz „Doppelseitige Stromstoß-Uhrenfernsteuerung auf abgeriegelten Kabelleitungen mit Gleichlaufhaltung der steuernden Hauptuhren“, in „Signal und Draht“ 51 (1959) 1 und 2.

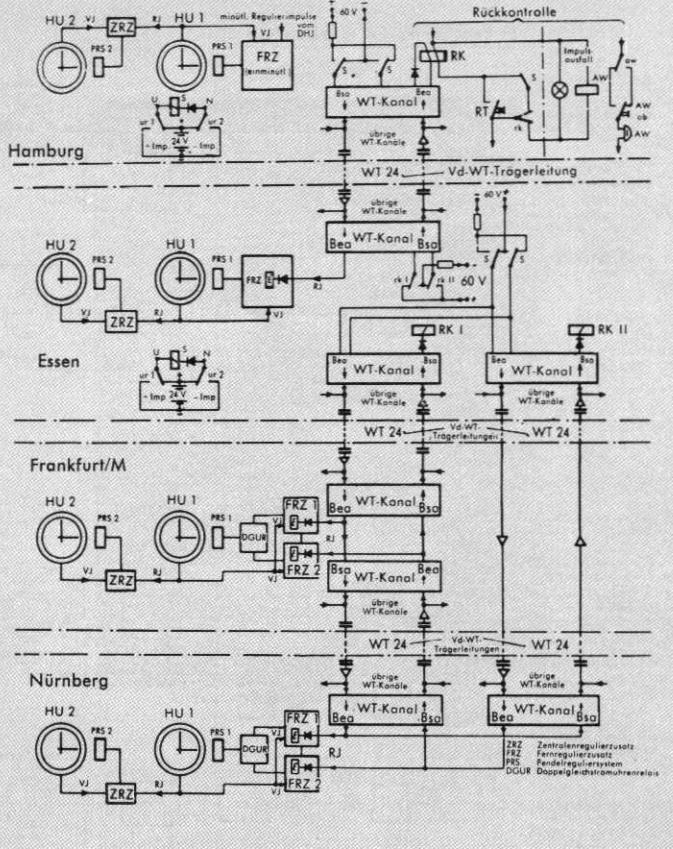


BILD 12  
Ständige Gleichlaufhaltung der Uhrenzentralen an Großnetzknoten

burg werden die Uhrenzentralen in Frankfurt (M) und Nürnberg nach der Zeit von Essen reguliert. Störungen einer Dreieckseite können sich nicht auswirken, da Frankfurt (M) und Nürnberg den Regulierimpuls von zwei Seiten her erhalten. Dabei geben die beiden Fernregulierzusätze den Reguliergleichstrom über ein zwischengeschaltetes Doppelgleichstrom-Uhrenrelais auf das Pendelreguliersystem weiter. Außerdem wird in Hamburg signalisiert, ob der Regulierimpuls irgendwo ausbleibt. Diese Gleichlaufhaltung wurde bereits erprobt; sie ist seit Ende 1960 in Betrieb.

### b) Zeitweise Gleichlaufhaltung

In einer zweiten Baustufe werden nach Bild 13 (links oben) die Uhrenzentralen an den übrigen BD-Sitzen von den Großnetzknoten aus zeitweise über den jeweils letzten Fernschreib-WT-Kanal so lange im Gleichlauf erhalten, wie dieser nicht belegt ist. Dabei wird jeder BD-Sitz ebenso wie früher im MEZ-Übertragungsnetz über zwei Wege angeschlossen. Der Zweitweg zu einer Nachbar-BD über eine ThN-Verbindung wird aber nur zur Regulierung mit herangezogen, solange der Erstweg zum Großnetzknoten über eine Th-Verbindung belegt oder gestört ist.

Dazu hat Fa. Siemens & Halske als Ergänzung der Fernschreibwahlübertragungen Sende- und Empfangszusatzschienen entwickelt (abgekürzt mit S und E bezeichnet). Die Regulierimpulse werden dabei von der taktgebenden Hauptuhr über die Sendeschiene auf die Wahlübertragung der mitbenützten Fernschreibverbindung gegeben. Von ihr werden sie über eine Empfangsschiene auf den Fernregulierzusat weitergeleitet, der je nach der Richtung des im Pendelreguliersystem fließenden Reguliergleichstroms die Hauptuhr beschleunigt oder verzögert. Diese Sende- und Empfangsschienen sind zwischen Nürnberg und München zusammen mit dem Fernregulierzusat bereits erprobt worden und haben zuverlässig gearbeitet; sie wurden Ende 1961 in Betrieb genommen.

Nach Einsatz des Zeitzeichengebers nach II. A. a) 1. braucht das MEZ-Zeichen von Hamburg auch nicht mehr übertragen zu werden.

## 2. Hauptuhren-Gleichlaufhaltung in den BD-Bezirken (Bild 13)

Innerhalb der BD-Bezirke bestehen folgende Möglichkeiten zur Gleichlaufhaltung der Hauptuhren:

### a) Doppelseitige Stromstoß-Uhrenfernsteuerung

a) Auf allen verkabelten Strecken ist bereits die doppelseitige Stromstoß-Uhrenfernsteuerung\*) eingerichtet. Damit werden nach Bild 13 (Mitte, unter Uhrenzentrale) alle Hauptuhren längs der Fernsteuerstrecken über Ub-Verbindungen von den BD-Sitzen aus ebenfalls im Gleichlauf erhalten. Erwähnt sei, daß über solche Uhrenfernsteuerleitungen je nach Bespulung künftig auch bis zu vier bis sechs DWT-Kanäle mit übertragen werden können.

### b) Gleichlaufhaltung längs Freileitungsstrecken

Es bleibt dann noch die Gleichlaufhaltung aller Hauptuhren längs Freileitungsstrecken übrig, wo sich die Stromstoß-Uhrenfernsteuerung wegen atmosphärischer Beeinflussung nicht einsetzen läßt. Hierfür werden nach dem letzten Stand der Entwicklung folgende Möglichkeiten in Betracht kommen:

#### 1) Mit magnetischer Pendelregulierung

Die Regulierimpulse über eigene Leitungskreise zu übertragen, ist zu aufwendig, es sei denn, daß

\*) Siehe Aufsatz „Doppelseitige Stromstoß-Uhrenfernsteuerung auf abgeriegelten Kabelleitungen mit Gleichlaufhaltung der steuernden Hauptuhren“, in „Signal und Draht“ 51 (1959) 1 und 2.

dafür sonst nicht ausnutzbare Vierer-, Achter- oder Simultankreise benutzt werden können; es böte den Vorteil der ständigen Regulierung.

Soweit solche Leitungskreise auf Freileitungsstrecken nicht zur Verfügung stehen, müssen Fernsprech- oder Fernschreibverbindungen so lange mitbenutzt werden, wie sie nicht belegt sind; dabei können die Hauptuhren jedoch nur zeitweise reguliert werden.

### a. Fernschreibverbindungen

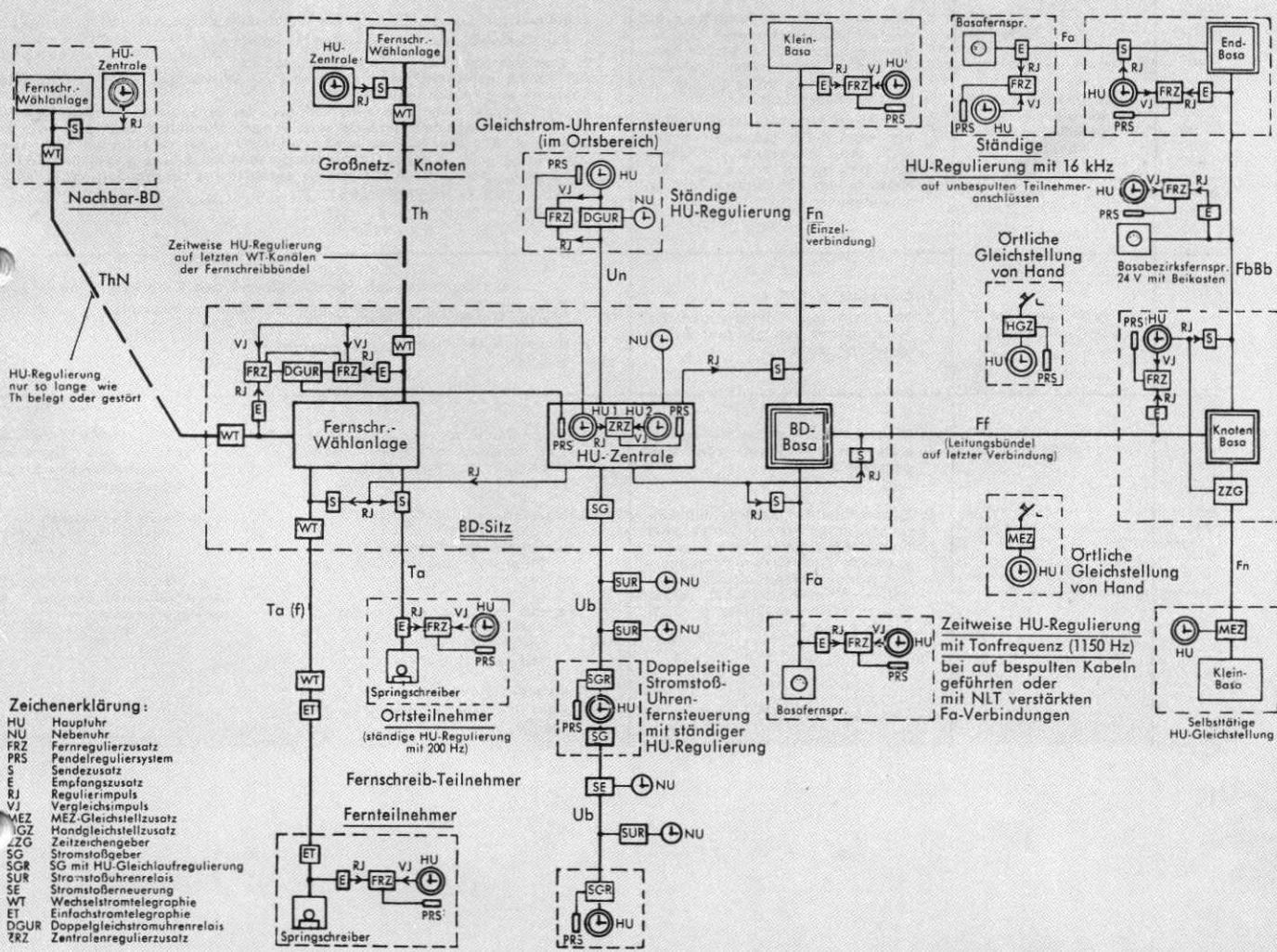
Sie sind vorteilhafter, weil sich ihre Übertragungstechnik auch für die Durchgabe der Regulierimpulse mit verwenden lässt. Die bereits geschilderte Einrichtung zur zeitweisen Übertragung der Regulierimpulse über Fernschreibwahlverbindungen im Großnetz lässt sich nach Bild 13 (links, unter Fernschreib-Wählanlagen) mit den gleichen Sende- und Empfangsschienen auch für Fernteilnehmeranschlüsse (Ta) bei beliebiger Übertragungstechnik (ET, WT) anwenden. Verschiedene Fernteilnehmeranschlüsse wurden zur zeitweisen Gleichlaufhaltung von Hauptuhren bereits mit diesen

Sende- und Empfangsschienen ausgerüstet. Bei Ortsteilnehmeranschlüssen (Ta) kann die von Fa. Siemens & Halske zur Übertragung der Zählimpulse mit 200 Hz entwickelte Einrichtung dazu benutzt werden, die Hauptuhren darüber ständig zu regulieren.

### b. Fernsprechverbindungen

Ebenso lassen sich nach Bild 13 (rechts) auch Fernsprechverbindungen für die zusätzliche Übertragung der Regulierimpulse mitbenutzen, wenn dafür geeignete Sende- und Empfangsschienen (S und E) zur Verfügung stehen. Da sich die zur Übertragung der Wählimpulse in den Fernsprechwahlübertragungen benutzte Technik dazu nicht mitverwenden lässt, muß für die Weitergabe der Regulierimpulse eine andere Übertragungstechnik (z. B. ton- oder trägerfrequent) angewandt werden. Eine für durchgehende Verbindungen (Ff- und Fn-Verbindungen) geeignete Technik ist bereits entwickelt und erprobt. Sie lässt sich ebenso auf einzelnen Verbindungen wie auf der letzten Verbindung von Leitungsbündeln einsetzen. Eine ent-

BILD 13 Gleichlaufhaltung der Hauptuhren im BD-Bezirk



## Möglichkeiten der Gleichlaufhaltung von Hauptuhren

Lfd. Nr.	Art der Gleichlaufhaltung	Synchronisierung, ständig	Gleichlaufregulierung		Selbsttätige
			ständig	zeitweise	
1	2	3	4a	4b	
1	Ausgangspunkt für Zeitvergleich	1. Impuls von Hauptuhrenpendelkontakt 2. frequenzüberwachtes Wechselstromnetz (Verbundnetz)	Zweiminütliche Impulse einer genau gehenden Hauptuhr, als Regulierimpulse bezeichnet; Regulierimpulse gegeben von Hauptuhr mit 1. Schrittschaltwerk (von Pendelkontakt betrieben) 2. Kontaktlaufwerk mit Präzisionsauslösung (< ± 0,3 s Mindestforderung)		
2	Übertragung des Zeitvergleichskriteriums	a. Stromart	1. bei bestimmter Pendellage ausgelöste Gleichstromimpulse 2. Frequenz des Wechselstromnetzes	1. Uhrengleichstromimpulse (Plusimpuls als Regulierimpuls benutzt) 2. Induktivstromstoß (Plusstromstoß) 3. Tonfrequenzimpulse a) 200 Hz bei Fernschreibortsanschluß b) WT-Frequenzen 420–3180 Hz c) > 2700 (2400) Hz dem Sprachband überlagert 4. Trägerfrequenzimpulse ≥ 16 kHz	1. — a) — c) tonfrequent 300-3400 (2700/2100) Hz im Sprachband 4. —
		b. Übertragung auf Leitungskreis	1. Verbindungsdrähte zwischen Hauptuhr 1 u. 2 in Uhrenzentralen 2. Anschluß an Wechselstromnetz	1. Sonst nicht ausnutzbare Simultantstromkreise (z. B. Vierer-/Achterkreise) bei 2a. 1., 2. 2. Uhrenfernsteuerleitung betrieben mit a) Uhrengleichstromimpulsen b) Induktivstromstoßen 3. Tonfrequent auf a) Fernschreibortsanschlüssen b) Fernschreibkanälen mit WT- oder ET-Betrieb c) auf Fernsprechverbindungen überlagert (Sprachband nach oben auf 2700 (2400) Hz mit Weichen beschnitten.)	Letzte Fernsprech-/Fernschreibverbindung des Bündels zur Übertragung der Regulierimpulse mitbenutzt, 1. solange Wahlübertragung nicht belegt ist 2. solange sie nachts oder während betriebsschwacher Zeiten abgeschaltet ist.
3	Einwirkung auf im Gleichlauf zu erhaltende Hauptuhr		1. Magnet erhält vom Pendelkontakt der taktgebenden Hauptuhr Gleichstromimpulse, zieht Anker an Pendel der synchronisierten Hauptuhr an und hält so beide Pendel in gleicher Phasenlage. 2. Unruhe der synchronisierten Hauptuhr wird durch magnetische Beeinflussung gezwungen, in Übereinstimmung mit einem von der Netzfrequenz abhängigen Takt zu schwingen.	Regulierungsrichtung abhängig von Impulsreihenfolge von 1. Regulierimpuls der taktgebenden Hauptuhr und 2. Vergleichsimpuls der regulierten Hauptuhr Am Pendel befestigter Magnet greift über Wicklungen einer feststehenden Spule hinweg (Pendelreguliersystem). Je nach Impulsreihenfolge wird Richtung des in Spule fließenden Reguliergleichstroms eingestellt und dadurch Pendel allmählich verzögert oder beschleunigt. Alle zwei Minuten wird geprüft, ob regulierte Hauptuhr vor-, nach- oder richtig geht. Werden Gangabweichungen (unabhängig von ihrer Größe) festgestellt, so wird die Regulierung eingeleitet und mit dem folgenden Minusimpuls wieder zurückgenommen	
4	Genaugkeit der Gleichlaufhaltung	1. Geschätzt < 0,02 s 2. Abhängig von Abweichungen der Netzfrequenz von genauer Zeit (geschätzt bis 2 s)		bei Hauptuhren mit Schrittschaltwerk und Regulierung mit 1. Fern- oder Zentralenregulierzusatz ≤ 0,02 s   1. Fernregulierzusatz ≤ 0,2 s 2. Stromstoßgeber mit Hauptuhrenregulierung ≤ 0,2 s	
5	Künftige Anwendung	1. Nicht mehr verwendet (bei Außentaktkommen muß von Hand eingriffen werden). 2. Einsatz von Hauptuhren mit Unruhesynchronisierung hängt vom Erprobungsergebnis ab; dann vorgesehen für Orte mit frequenzüberwachtem Wechselstromnetz ohne Möglichkeit einer selbsttätigen Gleichlaufhaltung nach Spalte 4 und 5.		1. Hauptuhren an Großnetznoten von Hamburg aus über besondere WT-Kanäle mit Fernregulierzusatz. 2. Hauptuhren in BD-Bezirken a) bei Stromstoßfernsteuerung mit Stromstoßgebern mit Hauptuhrenregulierung b) auf mitbenutzten Fernsprech-/Fernschreibverbindungen (Regulierimpulse unter-/überlagert) mit Fernregulierzusatz. 3. zwischen Hauptuhren von Uhrenzentralen mit Zentralenregulierzusatz.	1. Hauptuhren an BD-Sitzen von Großnetznoten aus über mitbenutzte Fernsprechverbindungen mit Fernregulierzusatz. 2. Hauptuhren in BD-Bezirken a) — b) über mitbenutzte Fernsprech-/Fernschreibverbindungen mit Fernregulierzusatz.

Gleichlaufhaltung		Gleichlaufhaltung von Hand	
Gleichstellung		Gleichstellung bei Hauptuhren mit Pendelreguliersystem	
sofort wirkend	allmählich wirkend	MEZ-Gleichstellzusatz	Pendelreguliersystem
5a	5b	6a	6b
<p>Zeitzeichen</p> <p>1. MEZ-Zeitzeichen (z. Z. alle 24 Stunden)      2. Funkzeitzeichen (zu bestimmten vollen Stunden gegeben)      3. Kurzzeitzeichen (z. B. eine Minute lang) von Zeitzeichengeber geliefert          angeschlossen an a) regulierte Hauptuhr              b) ferngesteuertes Uhrenrelais</p>			<p>Uhrzeitansage an BD-Sitz</p>
<p>1. Gleichstrom (Ruhe-/Arbeitsstrom, nicht abriegelungsfähig)      2. Induktivstromstöße      3. Tonfrequenzimpulse          a) niederfrequent übertragen          b) trägerfrequent moduliert (drahtlos übertragen)</p>			<p>tonfrequente Minutensignale der Uhrzeitansage</p>
<p>1. auf während Zeitzeichenübertragung abgeschalteter          a) Springschreiberverbindung          b) Fernsprechverbindung      2. auf sonst nicht ausnutzbarem Simultanstromkreis (Vierer-/Achterkreis)      3. über Funkverbindung (Funkgerät während Zeitzeichenübertragung eingeschaltet)</p>			<p>Übertragung der Uhrzeitansage nach Anwahl          mit einheitlicher Kennzahl 81 am BD-Sitz          (kein eigener Übertragungsweg erforderlich)</p>
Mechanische Gleichstellung der Hauptuhr auf genaue Zeit bei Ende des Zeitzeichens mit eingebautem MEZ-Gleichstellzusatz.	<p>Gleichstellrichtung und -größe abhängig von Reihenfolge und Abstand von</p> <p>1. Gleichstellimpulsbeginn der taktgebenden Hauptuhr      2. Uhrenimpulsbeginn der gleichzustellenden Hauptuhr.      Gleichstellgleichstrom in Spule des Reguliersystems nach Spalte 4 wird nach Feststellung von Richtung und Größe der Gangabweichung selbsttätig so eingestellt, daß diese nach festgelegter Zeit wieder ausgeglichen ist.</p>	<p>Nach Umschaltung von Hauptuhr mit MEZ-Gleichstellzusatz auf Gleichstellung von Hand zu beliebiger voller Minute. Dabei wird die Gleichstellung statt durch MEZ-Zeichen unter Abhören der Zeitansage mittels Taste ausgelöst.</p>	<p>Mit Handgleichstellzusatz u. Pendelreguliersystem nach Sp. 4. Zunächst feststellen, bei welcher Sekundenzeigerstellung der gleichzustellenden Hauptuhr Minutenignal der Zeitansage eingeht. Dann Handgleichstellzusatz einschalten u. Instrument auf gleiche Sekunde einstellen. Nach Größe und Richtung jetzt wirksamer Gleichstellgleichstrom gleicht Gangunterschied nach 6 Stunden allmählich aus. Dann selbsttätige Abschaltung des Handgleichstellzusatzes.</p>
Nach Gleichstellung $\leq 1 \dots 2$ s	Am Ende des Gleichstellzeitraums $\leq 0,2 \dots 0,5$ s	Nach Gleichstellung $\leq 2$ s	Am Ende des Gleichstellzeitraums $\leq 0,5 \dots 1$ s
<p>1. Für Hauptuhren an BD-Sitzen mit Rücksicht auf Zeitansage nicht mehr verwendbar.      2. Für vorhandene Hauptuhren mit MEZ-Gleichstellzusatz in BD-Bezirken          a) mit MEZ-Zeitzeichen          b) mit Kurzzeitzeichen von Zeitzeichengeber.</p>	<p>1. Für Hauptuhren an BD-Sitzen (nicht vorgesehen).      2. Für Hauptuhren in BD-Bezirken wird Gleichlaufregulierung nach Spalte 4 bevorzugt, da genauer und preiswerter.      Einsatz nur ausnahmsweise, wenn Drahtleitungen fehlen und Mehraufwand bei drahtloser Übertragung tragbar.</p>	<p>1. Für Hauptuhren an BD-Sitzen (nicht mehr vorgesehen).      2. Für Hauptuhren in BD-Bezirken Handgleichstellung nur angewandt, wenn selbsttätige Gleichlaufregulierung nach Sp. 4 oder selbsttätige Gleichstellung nach Sp. 5a nicht möglich und Hauptuhr mit MEZ-Gleichstellzusatz ausgerüstet ist.</p>	<p>1. Für Hauptuhren an BD-Sitzen (nicht mehr vorgesehen).      2. Für Hauptuhren in BD-Bezirken Handgleichstellung nur angewandt, wenn selbsttätige Gleichlaufregulierung nach Sp. 4 nicht oder noch nicht durchführbar und Hauptuhr mit Pendelreguliersystem ausgerüstet ist.</p>

sprechende Technik für Basa-Bezirksverbindungen (FbBb) wird z. Z. erprobt.

Außerdem können auch Teilnehmeranschlüsse (Fa) dafür mitbenutzt werden. Dabei müssen nach Bild 13 (Mitte, unter BD-Basa) die Regulierimpulse auf bespulten Leitungen und solchen mit NLT-Verstärkern tonfrequent übertragen werden. Diese Möglichkeit muß noch erprobt werden.

Auf unbespulten Kabelleitungen und auf Freileitungen läßt sich nach Bild 13 (oben rechts) die für Zählzwecke der Postfernwahl entwickelte Technik mit 16 Hz zur ständigen Gleichlaufhaltung verwenden. Eine derartige Ausführung wurde bereits erprobt.

Eine ständige Übertragung mit auf Fernsprechverbindungen überlagertem Regulierimpuls wäre wohl möglich, wird aber wegen der Nachteile der Frequenzbandbeschniedung, die der angestrebten Frequenzbanderweiterung auf 3400 Hz widersprechen würde, nicht angewandt.

## 2) Mit Hauptuhren-Gleichstellung

### a. Selbsttätige Gleichstellung

Soweit noch Hauptuhren mit MEZ-Gleichstellzusatz vorhanden sind, können diese noch mit dem MEZ-Zeichen oder nach Bild 13 (rechts, unter Knotenbasa) auch künftig mit dem Zeitzeichengeber täglich einmal selbsttätig gleichgestellt werden. Falls keine Vierer-, Achter- oder Simultankreise vorhanden sind, muß allerdings zur Übertragung des Zeitzeichens eine Fernsprechverbindung vorübergehend dazu außer Betrieb genommen werden. Wegen dieses Nachteils und der genaueren Gleichlaufhaltung der Pendelregulierung wird man diese künftig der Gleichstellung vorziehen.

### b. Gleichstellung von Hand

Sind keine geeigneten Leitungskreise verfügbar oder steht die dazu nötige Übertragungstechnik noch nicht zur Verfügung, dann muß nach Bild 13 (rechts, Mitte) vorübergehend noch örtlich von Hand gleichgestellt werden. Dies ist bei vorhandenen Hauptuhren mit eingebautem MEZ-Gleichstellzusatz ohne weiteres möglich, bei neuen Hauptuhren mit Pendelreguliersystem ab 1962, nachdem der Handgleichstellzusatz zur Verfügung steht.

Alle im Text aufgezählten Ausführungsmöglichkeiten für die Gleichlaufhaltung von Hauptuhren und ihrer künftigen Anwendung sind in der vorstehenden Tabelle zusammengefaßt dargestellt.

